(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 735 881**

(51) Int. Cl.:

F03D 13/10 (2006.01)
F03D 1/00 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.07.2016** **E 16382314 (9)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.04.2019** **EP 3263891**

(54) Título: **Método para montar un aerogenerador en una torre**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.12.2019

(73) Titular/es:

VSL INTERNATIONAL AG (100.0%)
Wankdorfallee 5
3014 Bern, CH

(72) Inventor/es:

ALMEIDA, ROMAO;
HAUK, THORSTEN;
BALLESTER MUÑOZ, FRANCISCO y
RICO ARENAL, JOKIN

(74) Agente/Representante:

CONTRERAS PÉREZ, Yahel

ES 2 735 881 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método para montar un aerogenerador en una torre

Objeto de la invención.

El objeto de la presente invención es un método para montar un aerogenerador en una torre que tiene características dirigidas a minimizar los esfuerzos transmitidos a la torre mientras se monta el generador de modo que dicha torre solamente soporte acciones o cargas verticales.

Antecedentes.

En este apartado cabe mencionar la solicitud de patente internacional WO 2015/003733 (VSL INTERNATIONAL AG), que reivindica un sistema para elevar cargas para montar un aerogenerador en una torre y que incluye unas realizaciones relacionadas con la elevación de la góndola y el rotor con las palas del aerogenerador.

Esta patente reivindica un método para mover un elemento de carga desde una región base de una construcción, en particular una torre de una turbina de torre, a otra región de la construcción, que comprende las siguientes etapas:

- disponer un conjunto de anclaje en la región superior de la construcción;
- montar un elemento de plataforma para soportar el elemento de carga en la región base de la construcción y colocar el elemento de plataforma con los cables de elevación;
- disponer el elemento de carga a elevar en la región base de la construcción;
- cargar el elemento de carga en el elemento de plataforma y elevar el elemento de plataforma con el elemento de carga a la posición de elevación de la carga en otra región de la construcción, o levantar el elemento de plataforma sin el elemento de carga y cargar el elemento de carga en el elemento de plataforma después de que el elemento de plataforma haya alcanzado la posición de elevación de carga en dicha otra región de la construcción;
- mover el elemento de carga por medio de un elemento de desplazamiento en el elemento de plataforma;
- cargar el elemento de carga en su posición en la construcción; y
- bajar el elemento de plataforma a la región base de la construcción.

En esta invención, el equilibrado de la estructura durante el movimiento de la góndola y el rotor se realiza mediante un contrapeso desplazable, lo que complica el control del equilibrado.

La patente japonesa JP2006-207502 también utiliza un sistema de contrapeso para equilibrar el centro de gravedad de la torre, desplazando el contrapeso en el desplazamiento de la góndola y el equilibrado de la torre.

La patente US2014/0212288A1 utiliza medios de equilibrado que comprenden unos depósitos de líquido.

Los métodos descritos en las patentes anteriores requieren sistemas hidráulicos dispuestos en la propia estructura de soporte, para su estabilización horizontal contra las fuerzas del viento o por el desequilibrio de las cargas soportadas por dicha estructura.

Por otra parte, cabe señalar que, aunque algunos documentos que describen soluciones alternativas son conocidos en la técnica, el solicitante desconoce la existencia de técnica anterior que tenga características técnicas, estructurales y constitutivas similares a las presentadas aquí.

Descripción de la invención

El método para montar un aerogenerador en una torre, objeto de esta invención, tiene características que proporcionan diferentes ventajas sobre los antecedentes mencionados anteriormente, siendo las más significativas:

- Las cargas transmitidas a la torre se minimizan de modo que ésta solamente soporta acciones o cargas verticales.

- La plataforma se ancla al suelo desde un solo lado de la torre mediante cables, sin que se requieran contrapesos en la propia estructura de soporte, lo que la hace más estable y segura. Estos mismos anclajes minimizan la necesidad de proporcionar gatos hidráulicos o sistemas de estabilización horizontal adicionales en la propia estructura de soporte.

- En la presente invención, la estructura de soporte queda estabilizada horizontalmente contra vientos o desequilibrio de cargas por los propios anclajes de tierra o cimientos, requiriéndose un solo gato o sistema

hidráulico en la estructura de elevación, respecto a los cuatro gatos hidráulicos requeridos en sistemas conocidos; cuantos menos sistemas adicionales requiera la estructura de soporte, más sencillo será el proceso.

- Permite anclar la estructura a la base de la torre de manera que no se requieren contrapesos en la parte inferior.

- Los movimientos de los pórticos minimizan la fuerza de los gatos hidráulicos como contrapeso y, además, permiten el anclaje en un lado de la torre.

Este método comprende disponer un bastidor de soporte para el montaje de equipos de elevación auxiliar de capacidad reducida y que pueden retirarse junto con el propio aerogenerador, eliminando la necesidad de grúas auxiliares.

La suspensión de todo el conjunto (bastidor y plataforma) se lleva a cabo en puntos de la torre dispuestos en lados opuestos de la misma; evitando que la torre sufra momentos de flexión.

De acuerdo con la invención, este método comprende montar un bastidor en una región cercana al extremo superior de la torre, apoyado sobre puntos de soporte definidos en dos lados opuestos de la torre, y unas plataformas de trabajo; realizándose el montaje de unos cabrestantes en dicho bastidor para elevar desde el suelo una estructura de soporte de la góndola y el rotor con las palas del aerogenerador a instalar.

Para este fin, este método comprende disponer una estructura de soporte, que presenta dos vigas longitudinales que permiten aligerar dicha estructura, así como reducir el soporte del bastidor a dos puntos en lados opuestos de la torre.

Dicha estructura comprende dos pórticos capaces de moverse sobre las vigas longitudinales, previendo el método de la invención la disposición de la estructura de soporte alrededor de la base de la torre, con las vigas longitudinales dispuestas en dos lados opuestos de la torre, específicamente en los mismos lados en los que se monta el bastidor de soporte; y de manera que los pórticos móviles de la estructura sobresalen de los otros lados opuestos de la torre.

El método de la invención prevé el montaje de la góndola del aerogenerador en un primer pórtico de la estructura de soporte y el montaje del rotor en posición horizontal, en el extremo de la estructura de soporte correspondiente al segundo pórtico de la estructura, de manera que dos de las palas quedan dispuestas, ya sea apoyadas o no, en las vigas longitudinales de la estructura de soporte, y la tercera pala del rotor orientada opuesta a la dirección de la torre. Posteriormente, durante la elevación de la plataforma, el giro del rotor se llevará a cabo desde una posición horizontal hasta una posición vertical.

En caso de limitaciones de espacio para el montaje de las palas, dichos elementos pueden instalarse a una altura donde las limitaciones ya no estén presentes por medio de una viga de soporte desmontable que mantendrá el rotor en una posición horizontal durante el proceso de instalación de la pala y que posteriormente se desmontará para permitir el giro del rotor de la posición horizontal a la posición vertical de trabajo.

La elevación estabilizada de la estructura de soporte, que lleva la góndola y el rotor con las palas correspondientes, hasta el extremo superior de la torre se realiza por medio de los cabrestantes instalados previamente en el bastidor superior; llevándose a cabo la estabilización de dicha estructura mientras se eleva por medio de cables unidos a unos gatos de anclaje a tierra en una parte lateral de la torre y a los extremos de la estructura de soporte, donde se encuentran situados la góndola y el rotor con las palas de la aerogenerador

El uso de cables y gatos para equilibrar la estructura simplifica significativamente esta operación y garantiza una transmisión de carga vertical a la torre, evitando la transmisión de tensiones de flexión a la misma.

Tal como ya se ha mencionado, mientras se eleva la estructura o cuando dicha estructura ha alcanzado una cierta altura, el giro del rotor con las palas se realiza desde una posición horizontal hasta una vertical, con la ayuda de grúas y manteniendo dicho rotor, con las palas, suspendido del pórtico correspondiente de la estructura.

Una vez que se ha elevado la estructura que lleva la góndola y el rotor con las palas mediante cabrestantes, se realiza el posicionamiento y anclaje de dicha estructura de soporte en el bastidor, estabilizándola con la ayuda de cables unidos a los gatos de anclaje de tierra.

Una vez que la estructura de soporte se ha anclado y estabilizado en el bastidor, el desplazamiento del primer pórtico que lleva la góndola se lleva a cabo en las guías longitudinales de la estructura en la dirección del extremo

superior de la torre, a una posición de montaje de la góndola en el extremo superior de la torre, llevándose a cabo, de este modo, el montaje de la góndola en la torre.

A continuación, se devuelve el primer pórtico a la posición original y se lleva a cabo el desplazamiento de la estructura de soporte del segundo pórtico, que lleva el rotor y las palas, en las guías longitudinales en la dirección del extremo superior de la torre a una posición de montaje del rotor con las palas en la góndola; devolviendo el segundo pórtico a la posición inicial una vez que se ha realizado el montaje del rotor en la góndola.

Una vez que se ha completado el montaje del conjunto del aerogenerador, se lleva a cabo el descenso controlado de la estructura de soporte y la retirada de los cabrestantes desde las plataformas de trabajo y el bastidor.

Descripción de las figuras.

Para complementar la descripción que se está realizando y con el fin de facilitar la comprensión de las características de la invención, se acompaña un conjunto de dibujos que, con fines ilustrativos y no limitativos, se ha representado lo siguiente:

- Las figuras 1 a 31 muestran etapas de montaje sucesivas de un aerogenerador en una torre de acuerdo con el método de montaje de la invención.

Realización preferida de la invención.

En la figura 1 puede apreciarse el extremo superior de una torre (10) con unos puntos de apoyo (101) en dos lados opuestos de la misma para montar un bastidor, comenzando el proceso de montaje con la instalación de un polipasto.

En la figura 2, se lleva a cabo la instalación de unas escaleras de acceso (104) y otros elementos de seguridad, tales como líneas de seguridad en la torre (10).

En la figura 3, la plataforma auxiliar superior e inferior (103 y 105) están instaladas, las cuales, a su vez, llevan de manera segura algunos de los elementos necesarios para montar un bastidor de soporte (20). Específicamente, se disponen unos puntales de refuerzo (203) en la plataforma superior (105) para unir los elementos rectangulares (201) por su extremo superior, mientras que en la plataforma inferior se disponen unas vigas de refuerzo del bastidor (202).

En las figuras 4 a 10 se muestra el montaje de un bastidor de soporte (20) en los puntos de soporte (101) de la torre (10) tal como se describe a continuación.

Tal como se muestra en la figura 4, unos elementos rectangulares (201) del bastidor de soporte (20) quedan posicionados en los puntos de soporte (101) y, por consiguiente, en lados opuestos de la torre (10), quedando unidos entre sí dichos elementos rectangulares por sus extremos inferiores por medio de unas vigas de refuerzo (202) tal como se muestra en la figura 5.

A continuación (figura 6), se instalan dos cabrestantes separados (204) en cada uno de los elementos rectangulares (201) del bastidor de soporte, realizándose entonces (figura 7), por medio de los cabrestantes (204), la elevación de unos soportes (205), que están unidos a la parte inferior de los elementos rectangulares (201) mediante unos pernos (206) tal como se muestra en la figura 8.

A continuación (figuras 9 y 10), se inicia el giro de los soportes (205) en los pernos pre-montados (206) y dichos soportes (205) se unen por su extremo superior a los respectivos elementos rectangulares (201) por medio de tornillos superiores (207); instalándose también unos puntales de refuerzo transversales (203), previamente elevados con la plataforma superior auxiliar (105).

Para la elevación e instalación de un aerogenerador en la torre (10), el método de la invención incluye disponer una estructura de soporte (40), tal como se muestra en la figura 11, y que comprende unas vigas longitudinales, paralelas y reforzadas (401), en las cuales va montado un primer pórtico (402) y un segundo pórtico (403) capaces de desplazamiento longitudinal.

Inicialmente, esta estructura de soporte se coloca alrededor de la base de la torre de modo que las vigas longitudinales (401) quedan dispuestas en dos lados opuestos de la torre (10), sobresaliendo los pórticos desplazables (402, 403) de los otros dos lados opuestos de la torre.

Tal como se muestra en la figura 12, la góndola (301) de un aerogenerador (309) queda dispuesta en el extremo de la estructura de soporte (40) correspondiente al primer pórtico (402) y el rotor con las palas (302) queda dispuesto horizontalmente en el otro extremo de la estructura de soporte correspondiente al segundo pórtico (403).

Tal como se muestra en las figuras 12, 12a y 12b, la estructura de soporte (40) que lleva la góndola (301) y el rotor con las palas (302) se eleva a lo largo de la torre por medio de los cabrestantes (204).

El rotor con las palas (302) se coloca inicialmente sobre la estructura de soporte (40) en una posición horizontal y se gira hasta una posición vertical mientras se levanta la estructura de soporte (40).

Tal como se muestra esquemáticamente en las figuras 13 y 14, mientras se eleva la estructura de soporte (40), ésta se estabiliza mediante unos cables (404, 405) unidos a unos gatos de anclaje a tierra (406); estando unidos dichos cables (404) al extremo de la estructura de soporte (40) dispuesta en el primer pórtico y los cables (405) al extremo opuesto provisto del segundo pórtico.

En la figura 13, los gatos (406) para accionar los cables (404, 405) están dispuestos en lados opuestos de la torre (10), mientras que en la figura 14 están dispuestos en el mismo lado de la torre (10).

En la figura 14a, que corresponde a una vista superior de la figura 14, la estructura de soporte (40) puede verse estabilizada horizontalmente contra fuerzas causadas por vientos o desequilibrio de cargas, provenientes de tres de las cuatro direcciones posibles. La estabilización horizontal de la estructura de soporte en dos direcciones laterales opuestas (d1, d2) se consigue mediante los cables (404, 405) conectados a los gatos hidráulicos (406) que están anclados al suelo o a los cimientos en el mismo lado de la torre (10); y la estabilización de la estructura de soporte (40) en una tercera dirección (d3), perpendicular a las direcciones (d1, d2), por medio de un único gato hidráulico (407) montado en la estructura de soporte (40) que estabiliza dicha estructura de soporte (40).

Durante el proceso de elevación, los gatos de trabajo (406) son los que actúan sobre los cables (405) unidos al extremo de la estructura de soporte que lleva el rotor con las palas (302).

Una vez que la estructura de soporte ha alcanzado la posición superior representada, por ejemplo, en la figura 15, las vigas longitudinales (401) se apoyan en los soportes (205) del bastidor de soporte (20), quedando orientados dichos soportes (205) perpendicularmente a dichas vigas longitudinales (401) de la estructura de soporte.

En esta posición y tal como se muestra en la figura 16, el primer pórtico (402) que lleva la góndola (301) del aerogenerador se desplaza sobre las vigas longitudinales (401) de la estructura de soporte (40) a una posición de montaje de la góndola en el extremo superior de la torre (10). Una vez que la góndola se ha montado en la torre (figura 17), el primer pórtico (402) se desplaza en las vigas longitudinales (401) de vuelta a su posición original.

Durante dichos movimientos, los gatos (406) trabajan sobre los cables (404) unidos al extremo de la estructura de soporte correspondiente al primer pórtico (402) que estabiliza la estructura de soporte (40) de manera que el peso de las cargas se transmite casi verticalmente a la torre (10).

Posteriormente, y tal como se muestra en las figuras 18 y 19, el segundo pórtico (403) que lleva el rotor con las palas (302) se desplaza a lo largo de las vigas longitudinales (401) a una posición de montaje del rotor con las palas (302) en la góndola (301). El segundo pórtico (403) se devuelve a la posición inicial.

Una vez que se han realizado estas operaciones de acoplamiento de la góndola (301) y el rotor con las palas (302), el aerogenerador (30) se monta en la torre (10) tal como se muestra en la figura 19; posteriormente se desmonta la estructura de soporte (40) y después, el bastidor de soporte (20) en orden de montaje inverso, tal como se muestra en las figuras 20 a 30, hasta que sólo se monta el aerogenerador (30) en la torre (10) tal como se muestra en la figura 31.

Específicamente, en la figura 20, el descenso de la estructura de soporte (40) se realiza por medio de los cabrestantes (204). Después (figuras 21 a 23) se retiran los puntales de refuerzo (203) y los pernos superior e inferior (207, 206) para desmontar los soportes (205) y retirarlos mediante los cabrestantes, tal como se muestra en las figuras 24 y 25.

Después, se retiran los cabrestantes (figuras 26 y 27), los puntales (203) y las vigas de refuerzo (202) y se colocan en sus respectivas plataformas (figuras 28).

En la figura 29, se desmontan los elementos rectangulares (201) del bastidor, seguido de la retirada de las plataformas auxiliares (103 y 105) y de las escaleras de acceso (104), tal como se muestra en la figura 30 y 31, concluyendo así el desmontaje de la estructura de soporte (40) y el bastidor (20).

Una vez que se ha descrito suficientemente la naturaleza de la invención, así como un ejemplo de una realización preferida, se hace constar a los efectos oportunos que los materiales, forma, tamaño y disposición de los elementos descritos pueden ser modificados, siempre que ello no suponga una alteración de las características esenciales de la invención que se reivindica a continuación.

REIVINDICACIONES

1. Método para montar un aerogenerador en una torre; comprendiendo el método:

a) definir unos puntos de soporte (101) en una región cerca de un extremo superior de la torre (10), y en dos lados opuestos del mismo, y montar un bastidor de soporte (20) en dichos puntos de soporte (101);
b) montar en el bastidor de soporte (20) unos cabrestantes (204) dispuestos en dos lados opuestos de la torre (10);
c) disponer una estructura de soporte (40), que comprende dos vigas longitudinales, paralelas y reforzadas (401), sobre las cuales se monta un primer pórtico (402) y un segundo pórtico (403) capaces de desplazamiento longitudinal; y colocar la estructura de soporte alrededor de la base de la torre, con las vigas longitudinales (401) dispuestas en dos lados opuestos de la torre, sobresaliendo los pórticos (402, 403) desde otros dos lados opuestos de la torre;
d) disponer la góndola (301) en el extremo de la estructura de soporte (40) correspondiente al primer pórtico (402) y disponer el rotor con las palas (302) horizontalmente en el otro extremo de la estructura de soporte correspondiente al segundo pórtico (403);
e) elevar de manera estabilizada la estructura de soporte (40) que lleva la góndola (301) y el rotor con las palas (302), por medio de los cabrestantes (204), hasta el extremo superior de la torre; y la estabilización horizontal de dicha estructura de soporte (40) mediante unos cables (404, 405) unidos a unos gatos de anclaje a tierra (406) y a los extremos de la estructura de soporte (40) provistos del primer pórtico (402) y el segundo pórtico (403);
f) girar el rotor con las palas (302) desde una posición horizontal hasta una posición vertical mientras se está elevando la estructura de soporte (40);
g) posicionar y anclar la estructura de soporte (40) en el bastidor de soporte (20) por medio de las vigas longitudinales (401);
h) desplazar (401) el primer pórtico (402) que lleva la góndola (301) en las guías longitudinales de la estructura de soporte (40) a una posición de montaje de la góndola (301) en el extremo superior de la torre; montar la góndola (301) en la torre, y desplazar el primer pórtico (402) en las vigas longitudinales (401) volviendo a su posición original; estabilizar la estructura de soporte (40) durante estos movimientos mediante el accionamiento de los gatos (406) en los cables (404) unidos a los extremos de la estructura de soporte correspondientes al primer pórtico (402); de manera que el peso de las cargas se transmite casi verticalmente a la torre (10);
i) desplazar el segundo pórtico (403) que lleva el rotor con las palas (302) en las guías longitudinales (401) a una posición de montaje en la góndola (301); volviendo el segundo pórtico (403) a la posición inicial una vez que el rotor con las palas se ha montado en la góndola (301) y estabilizar la estructura de soporte (40) durante estos movimientos por el accionamiento de los gatos (406) en los cables (405) unidos al extremo de la estructura (40) correspondiente al segundo pórtico (403);
j) bajar la estructura (40) y desmontar los cabrestantes (204) y el bastidor (20).

2. Método según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que el montaje del bastidor comprende: posicionar elementos rectangulares (201) del bastidor de soporte (20) en los puntos de soporte (101) y en lados opuestos de la torre (10); unir dichos elementos rectangulares entre sí por sus extremos inferiores mediante unas vigas de refuerzo (202) y por sus extremos superiores mediante unos puntales transversales (203); elevar, por medio de unos cabrestantes (204), unos soportes (205) que están unidos a la parte inferior de los elementos rectangulares (201) por medio de pernos (206), girar los soportes (205) en los pernos (206) y fijar dichos soportes (205) por su extremo superior a los elementos rectangulares respectivos (201) por medio de pernos superiores (207).

3. Método de acuerdo la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que comprende la estabilización horizontal de la estructura de soporte (40) en dos direcciones laterales opuestas (d1, d2), disponiendo los gatos (406) para accionar los cables (404, 405) a un mismo lado de la torre (10).

4. Método de acuerdo la reivindicación 3, caracterizado por el hecho de que comprende la estabilización horizontal de la estructura de soporte (40) en una dirección horizontal (D3) perpendicular a las direcciones (d1, d2) mediante un gato hidráulico (407) montado en la propia estructura de soporte (40).

5. Método según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que comprende la estabilización horizontal de la estructura de soporte (40) disponiendo los gatos (406) para accionar los cables (404, 405) en lados opuestos de la torre (10).

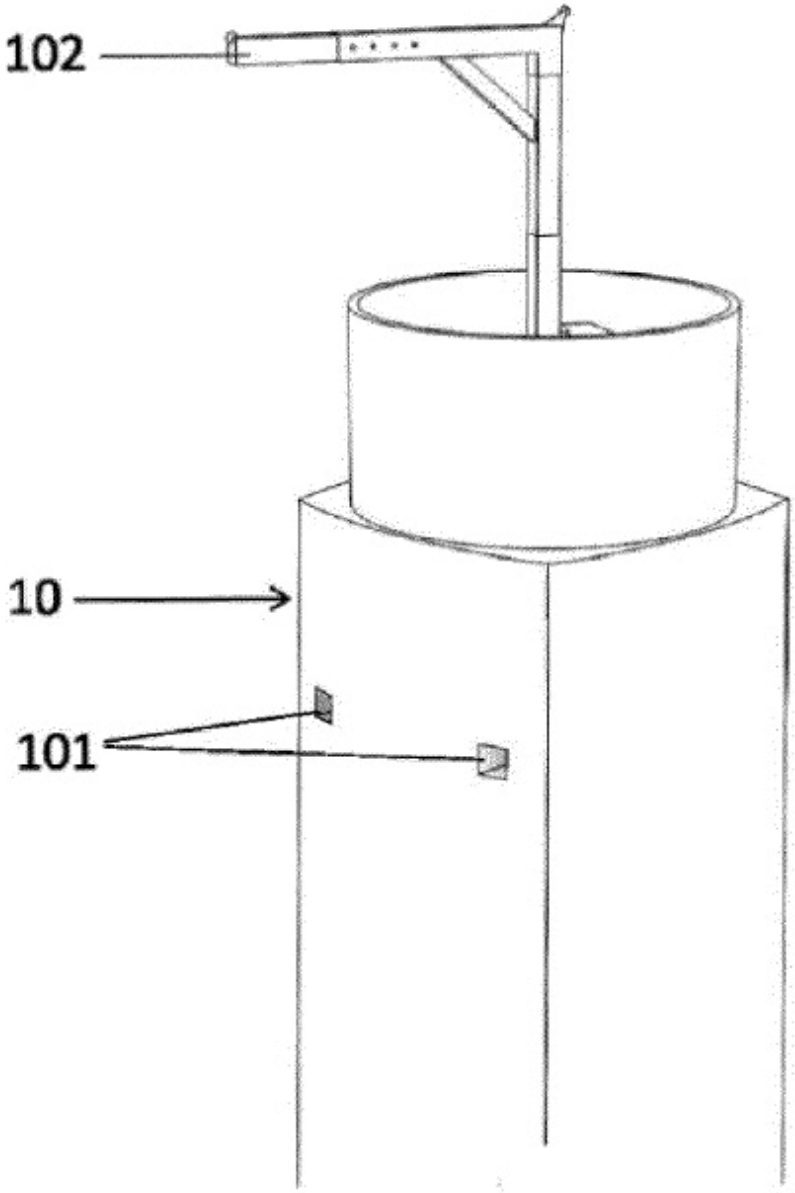

Fig. 1

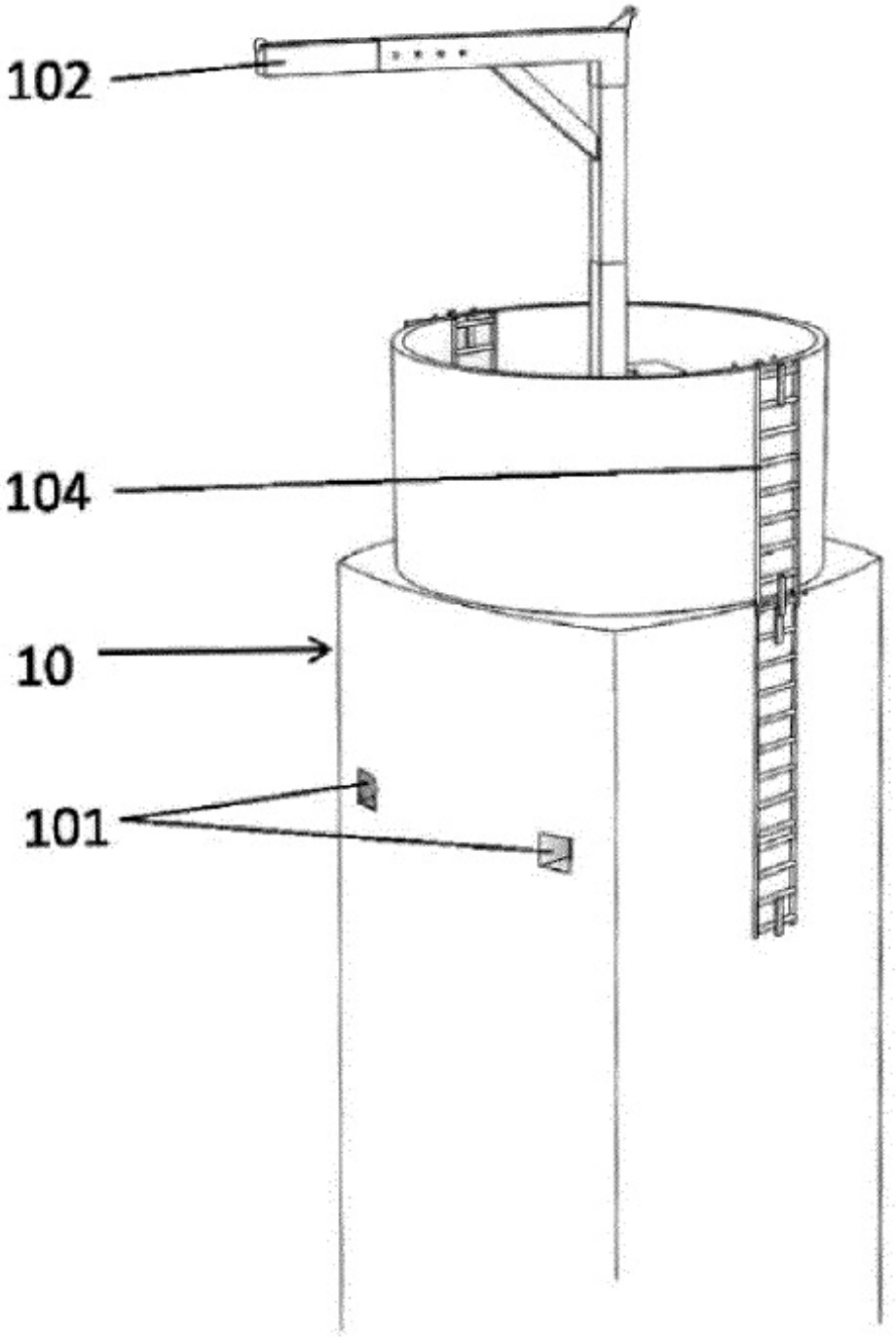

Fig. 2

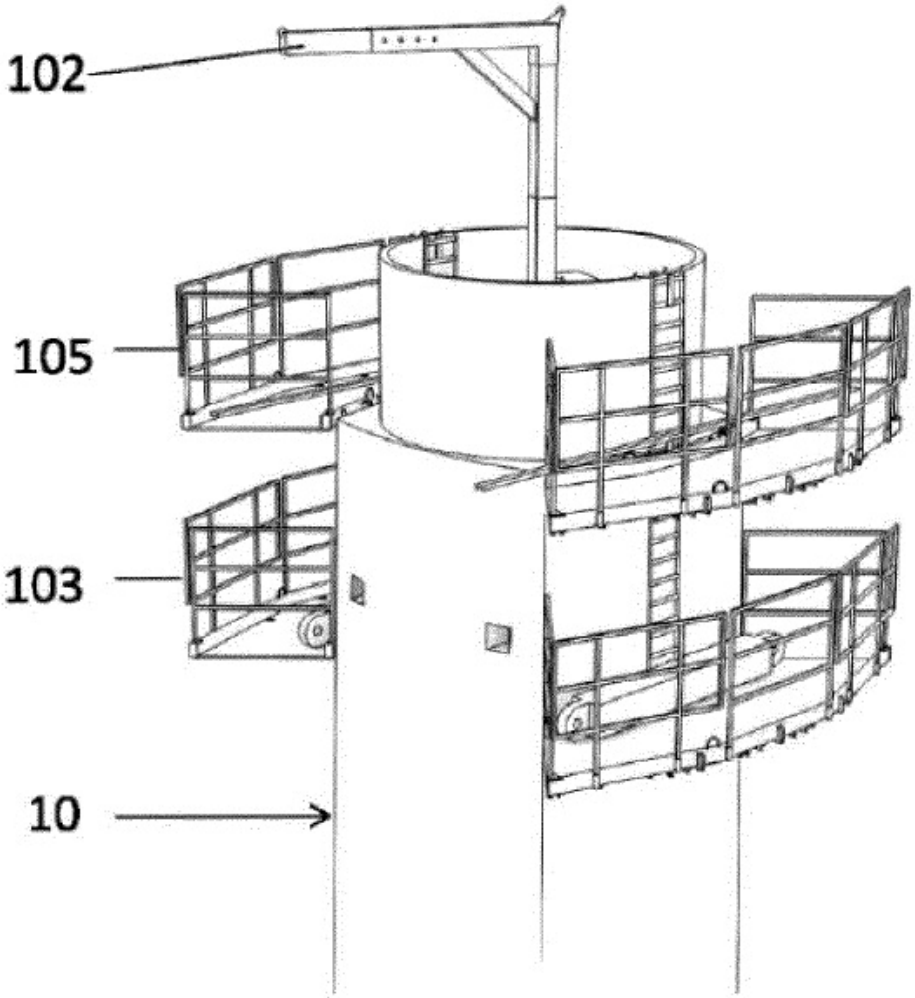

Fig. 3

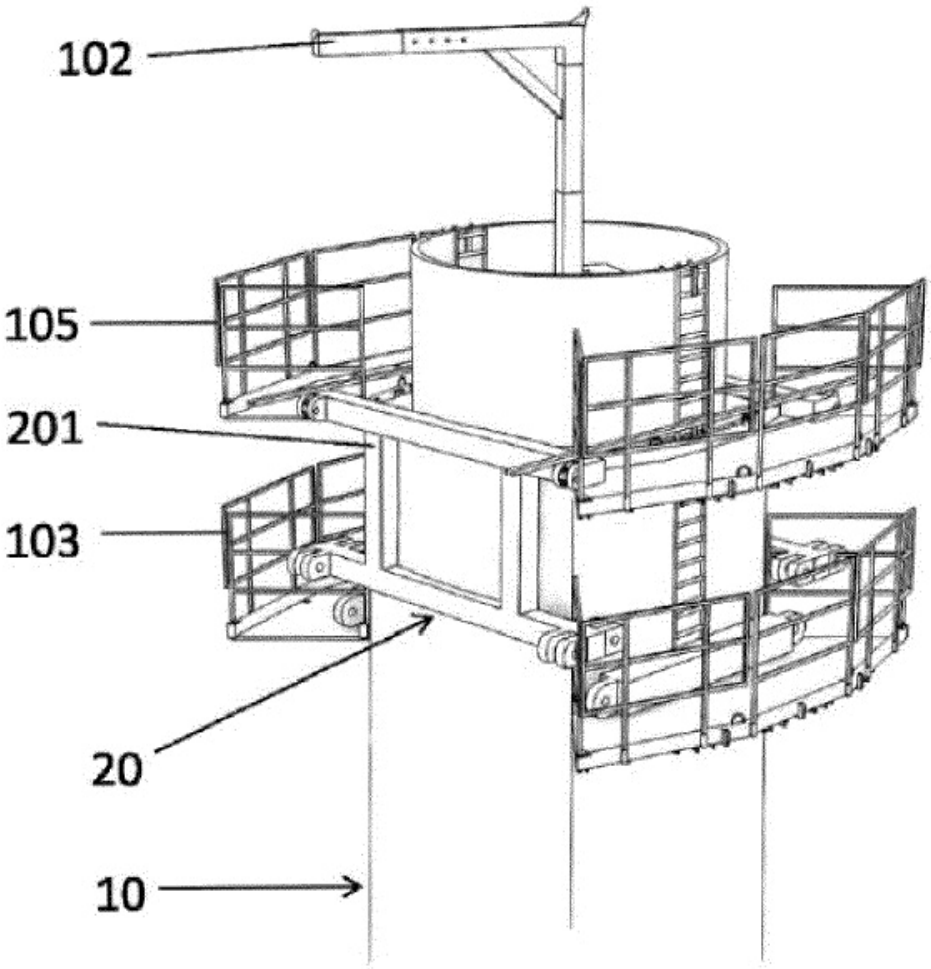

Fig. 4

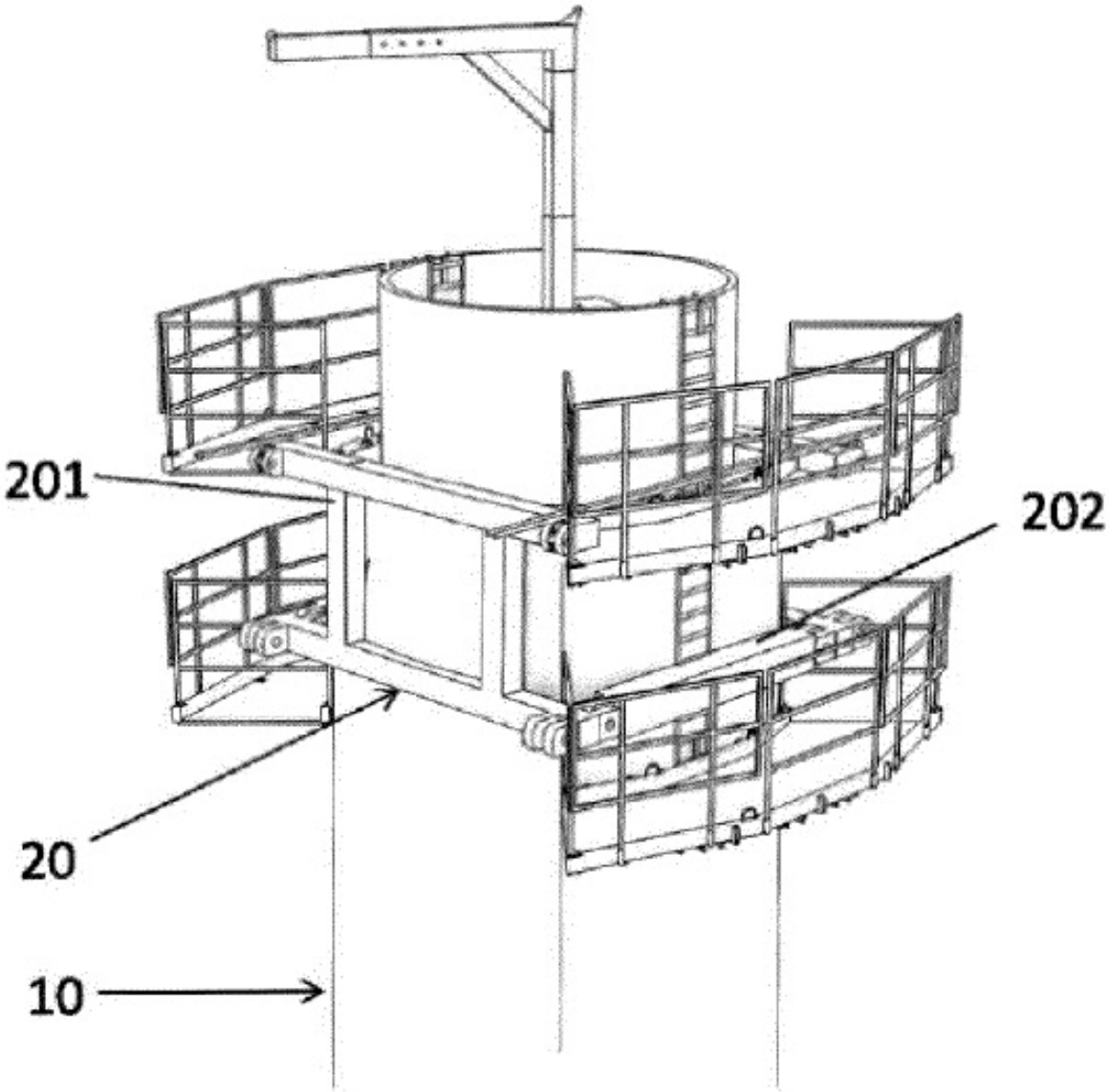

Fig. 5

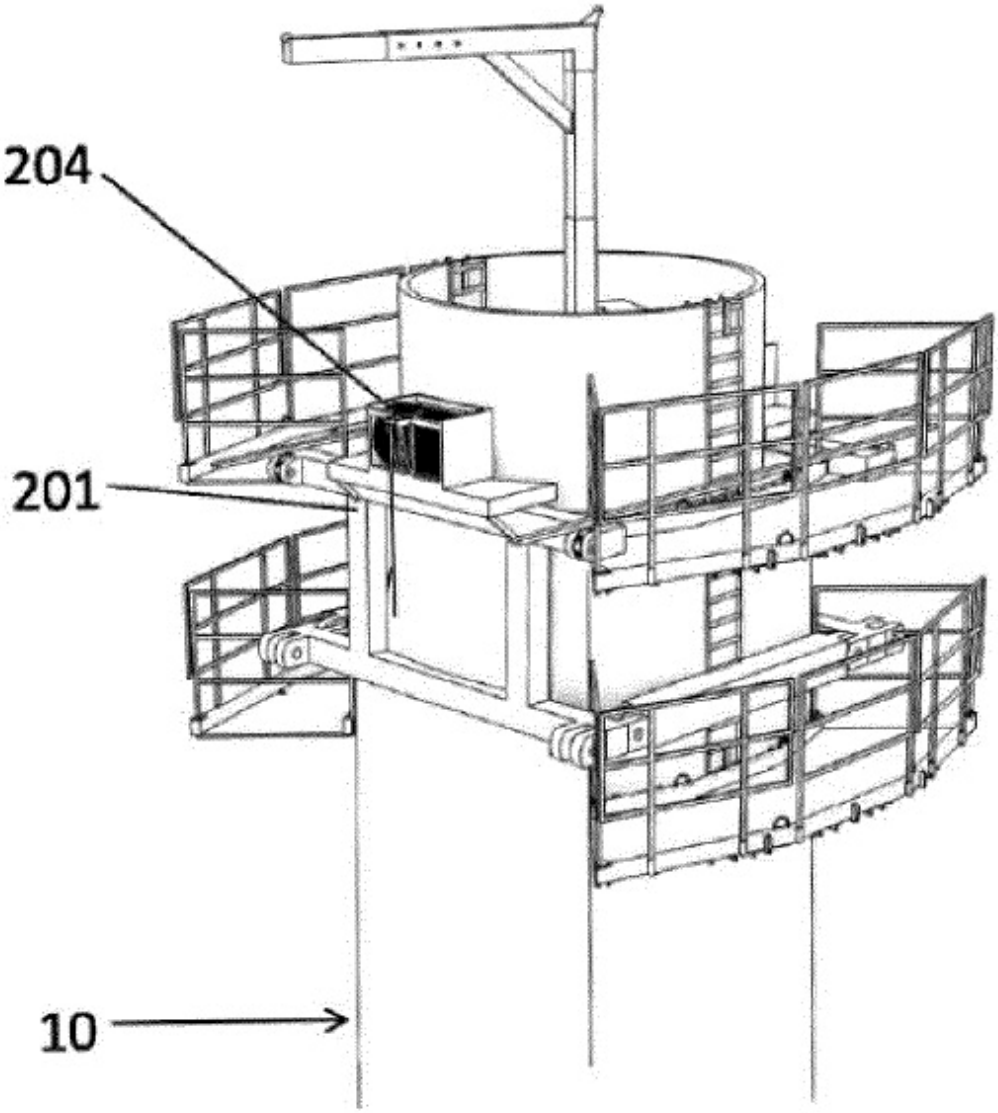

Fig. 6

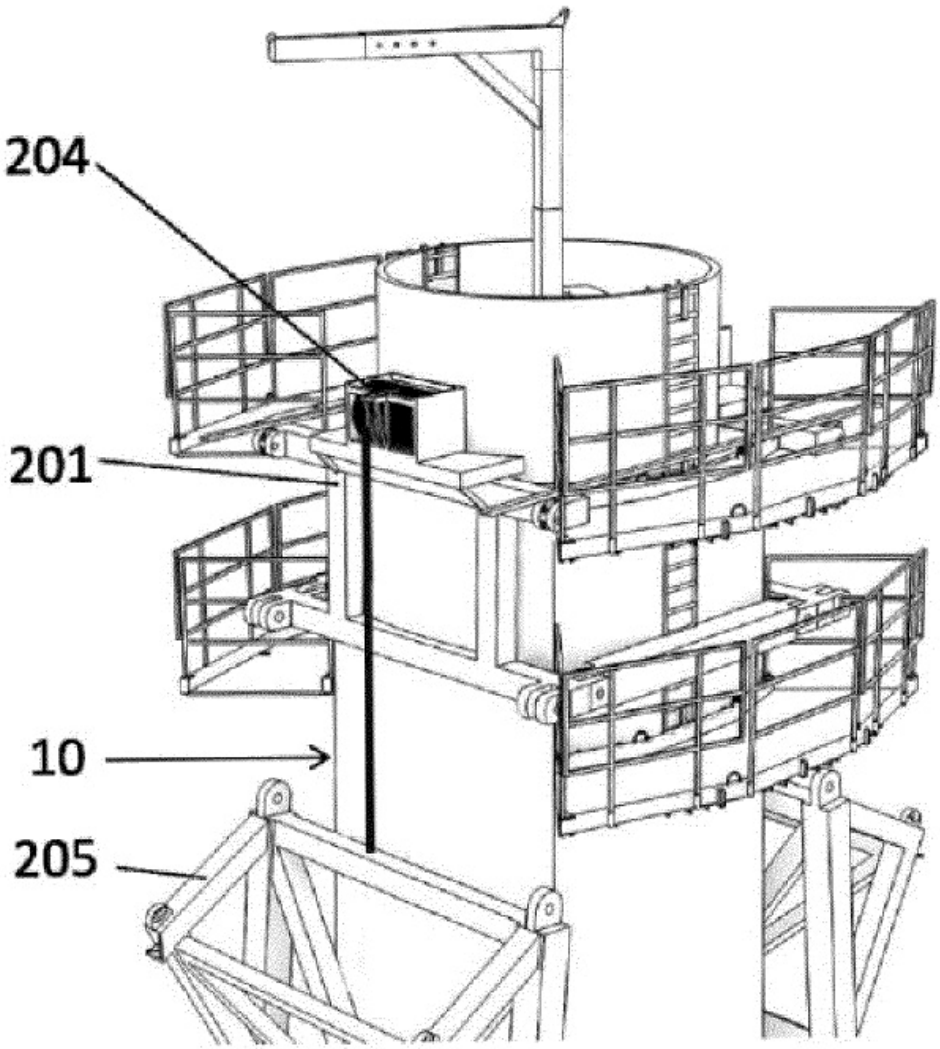

Fig. 7

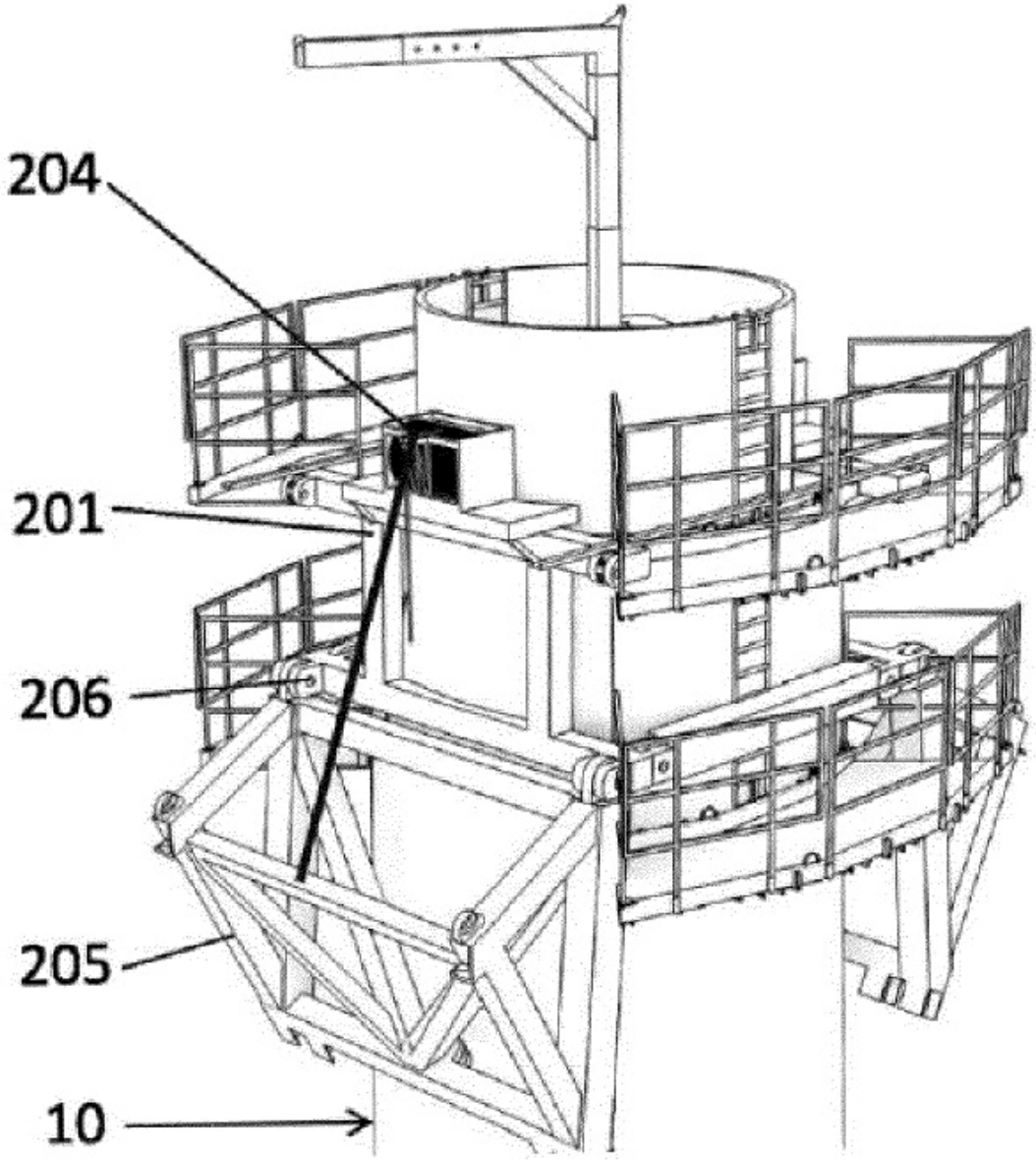

Fig. 8

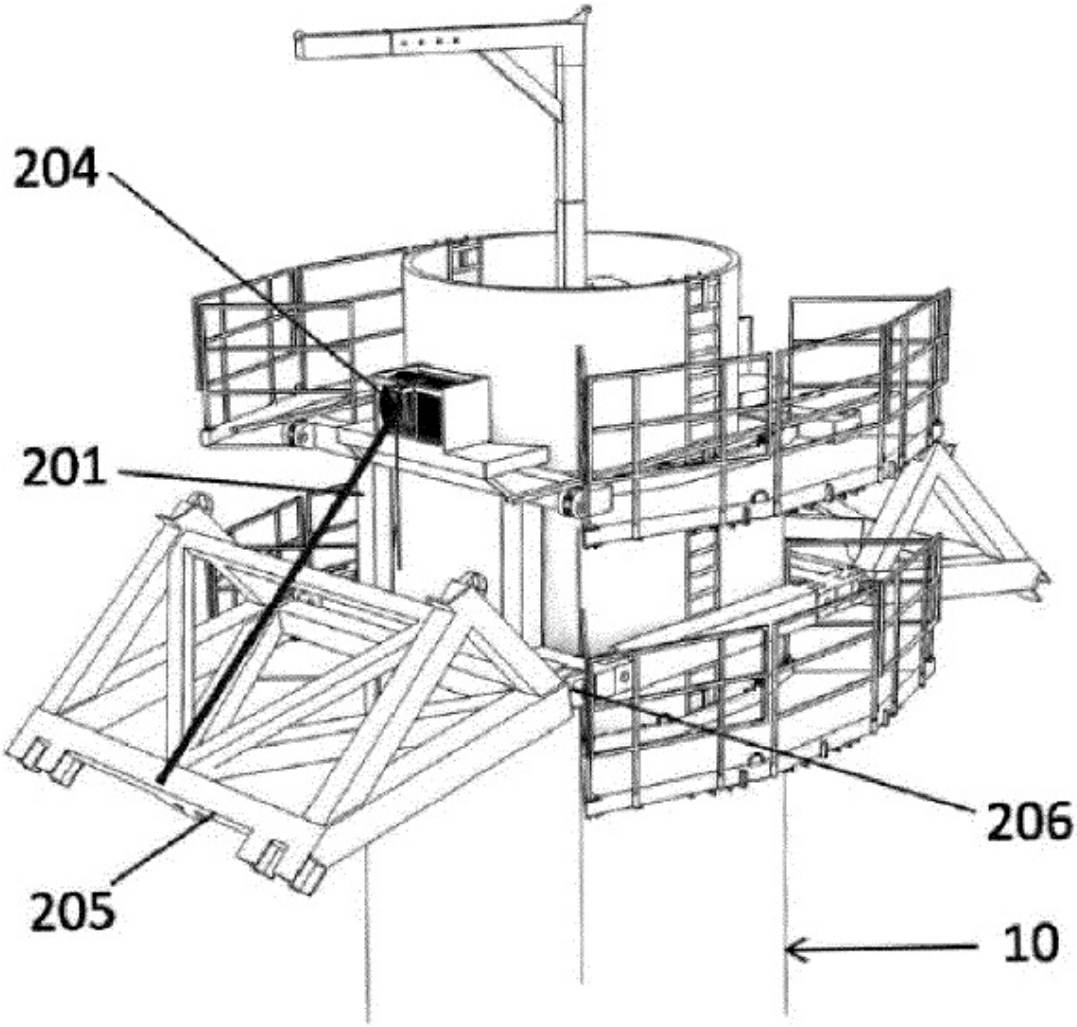

Fig. 9

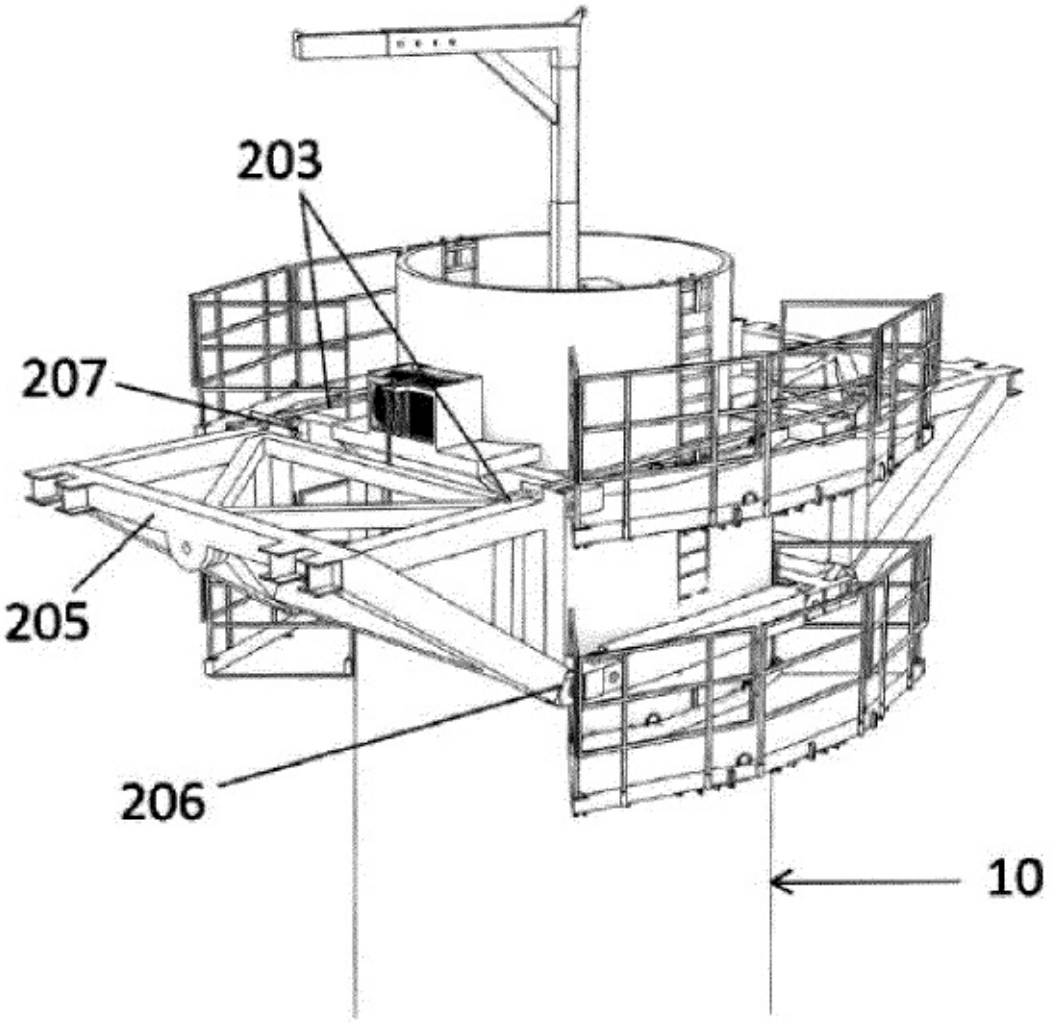

Fig. 10

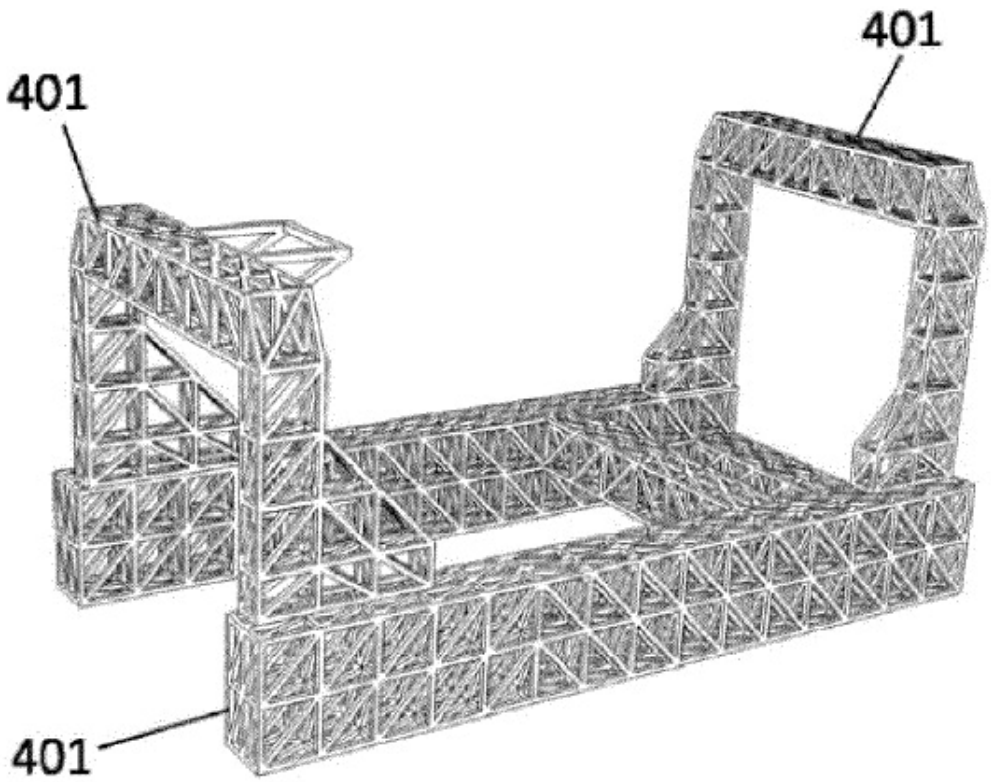

Fig. 11

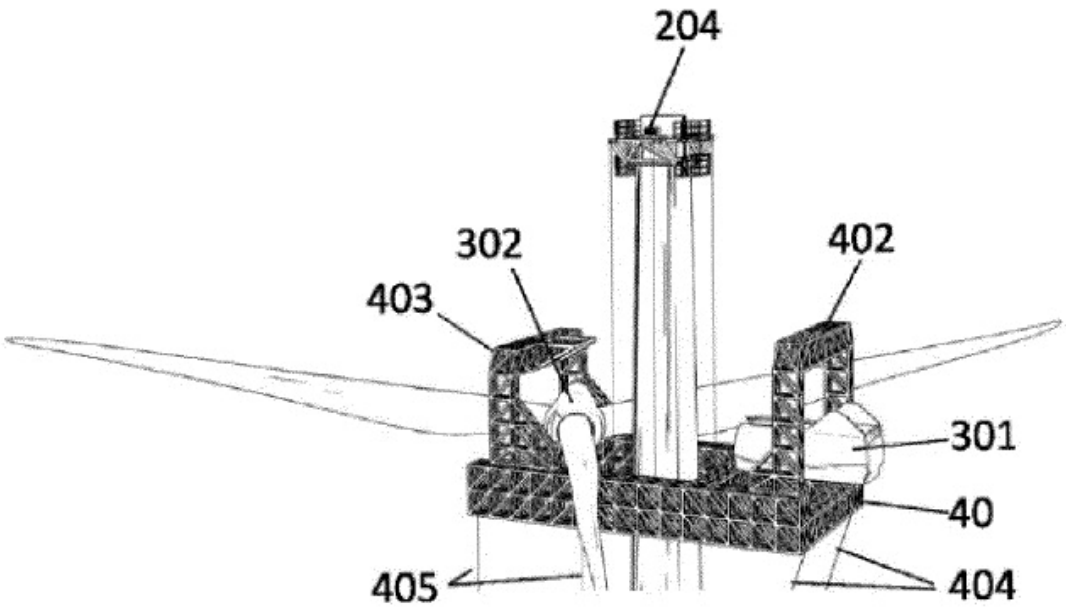

Fig. 12

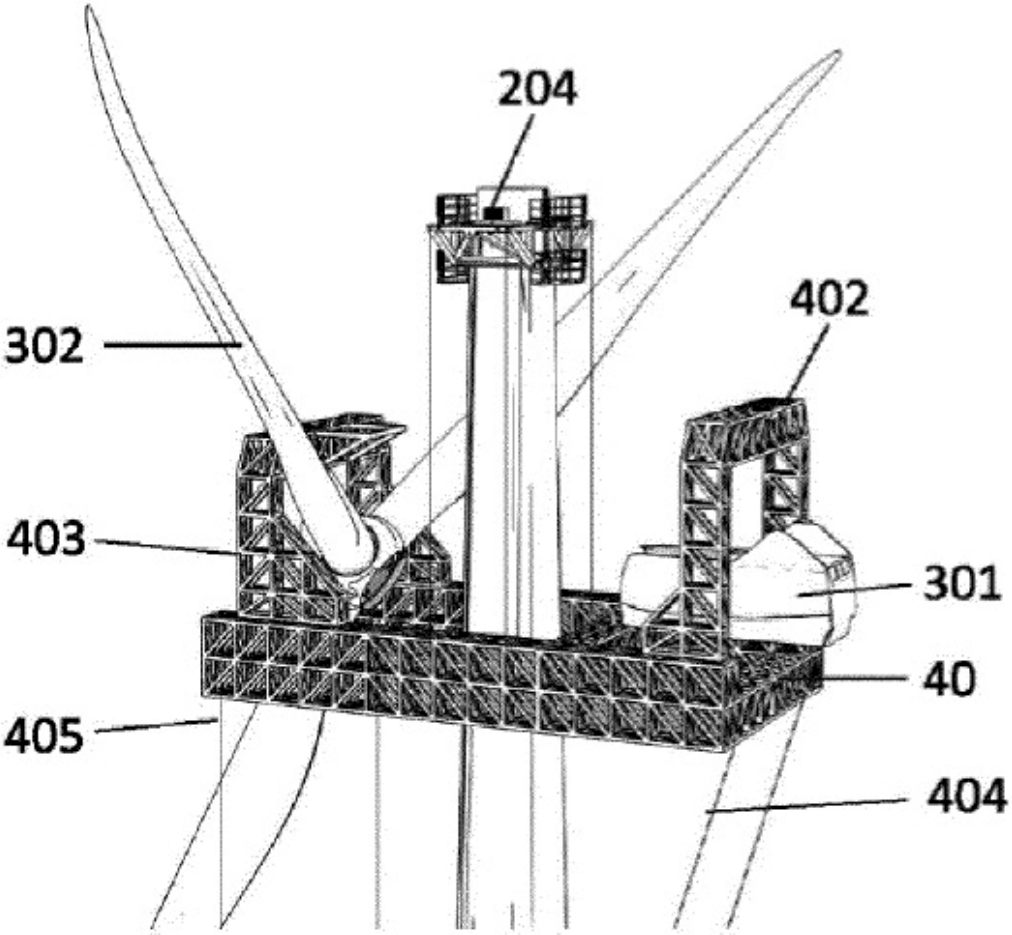

Fig. 12a

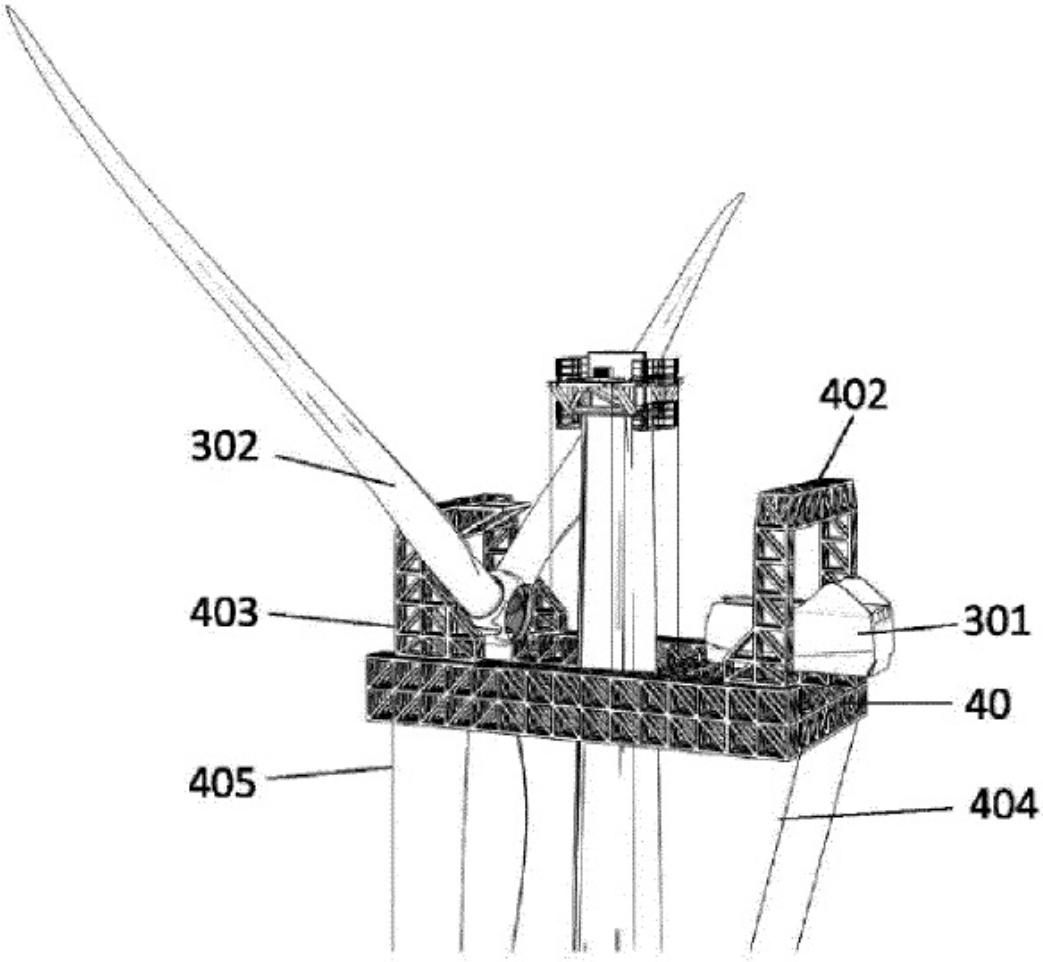

Fig. 12b

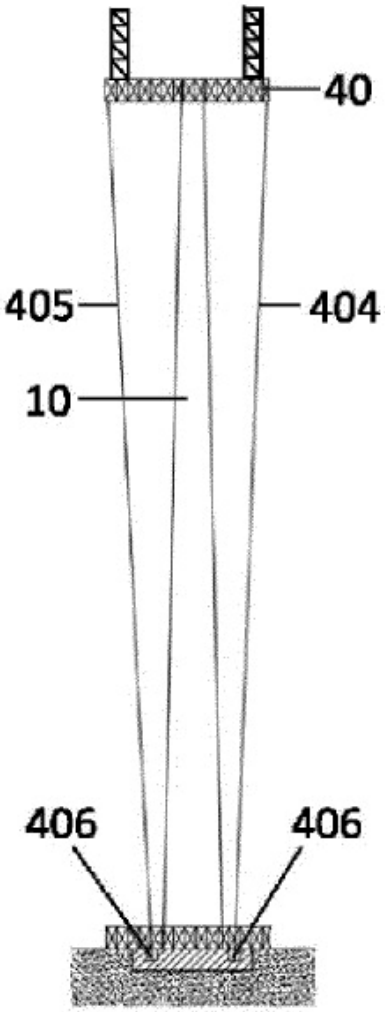

Fig. 13

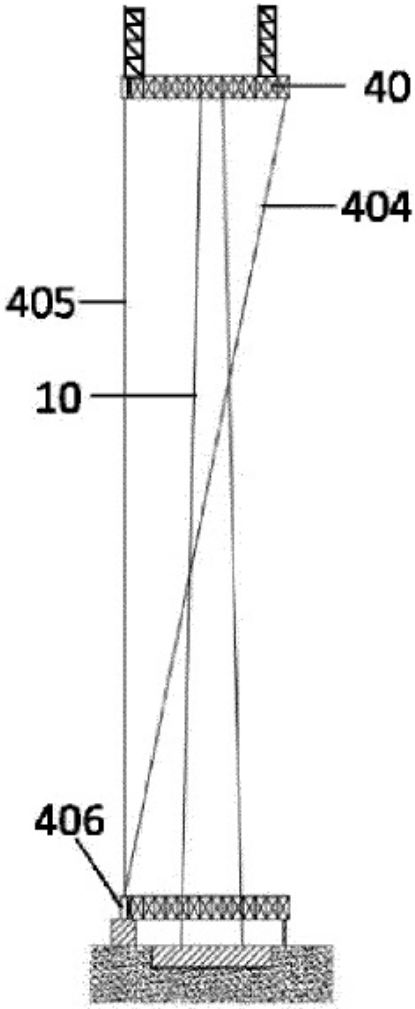

Fig. 14

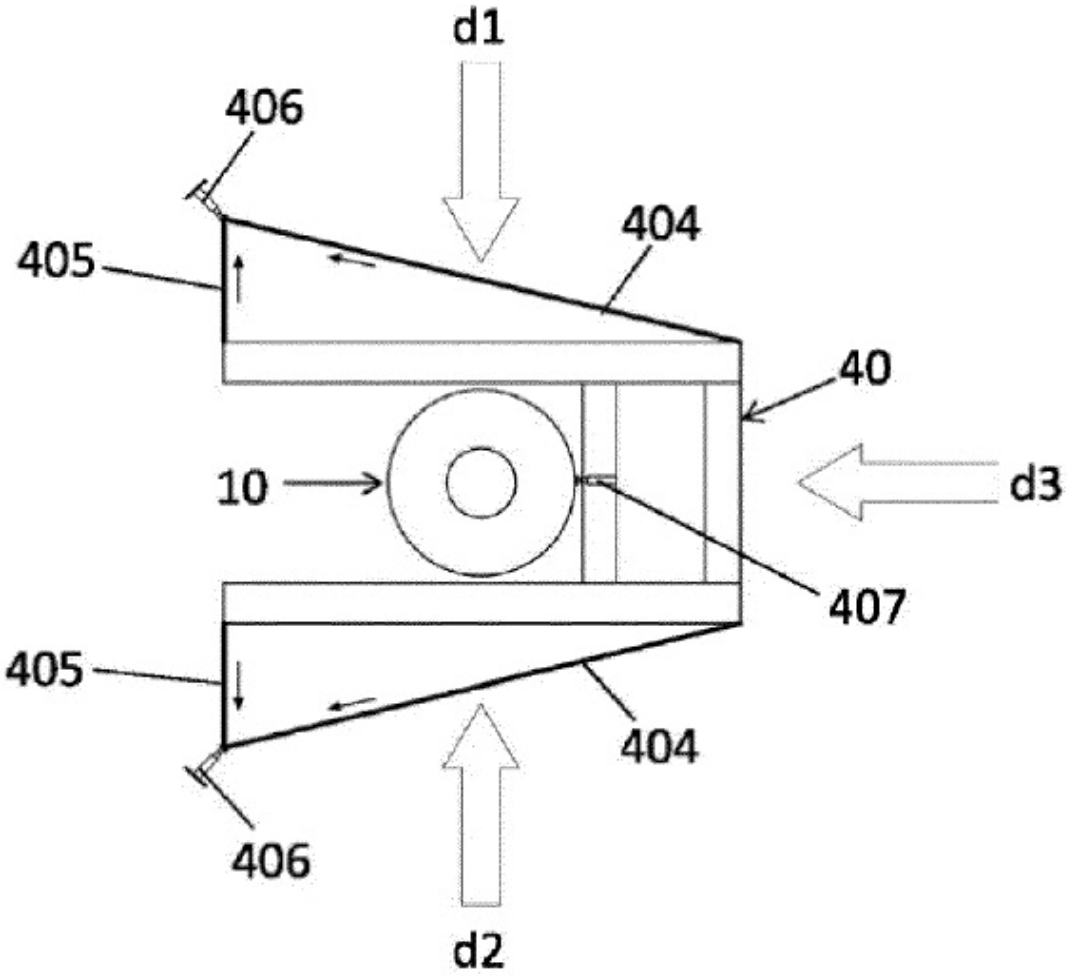

Fig. 14a

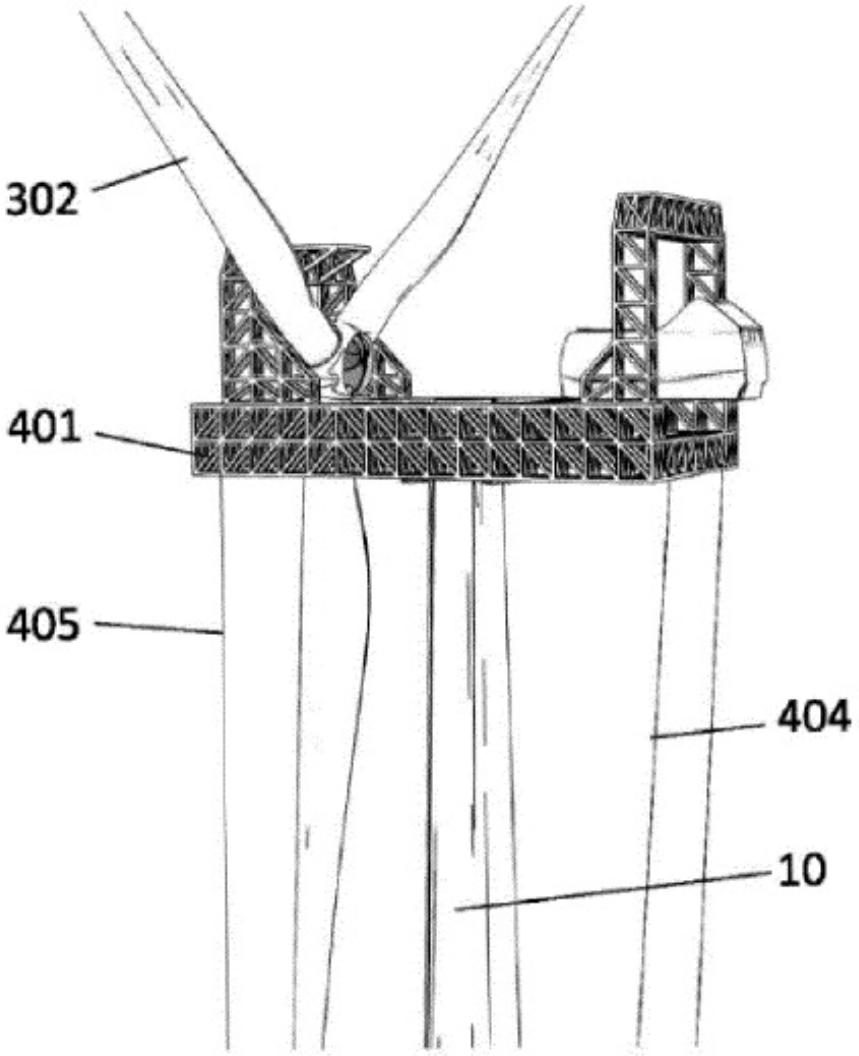

Fig. 15

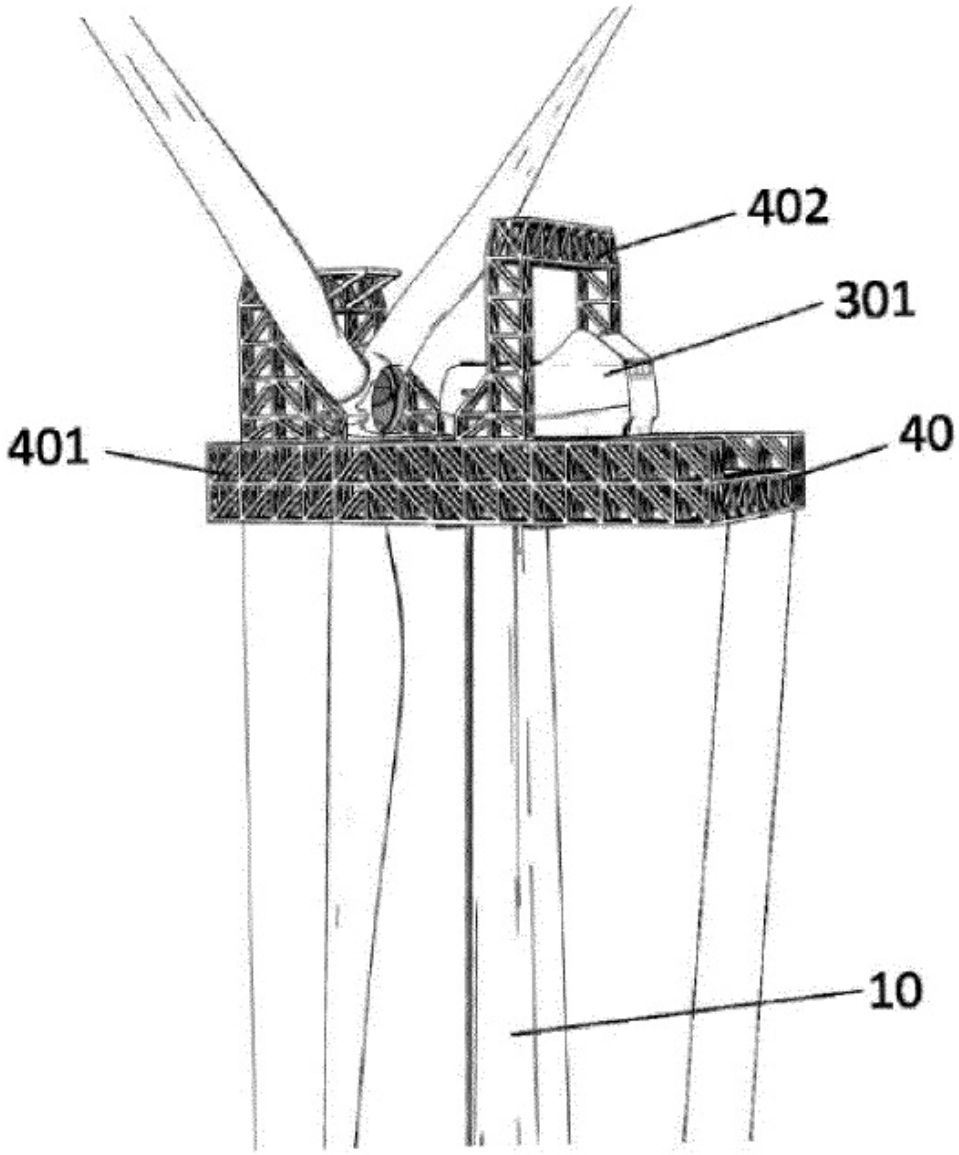

Fig. 16

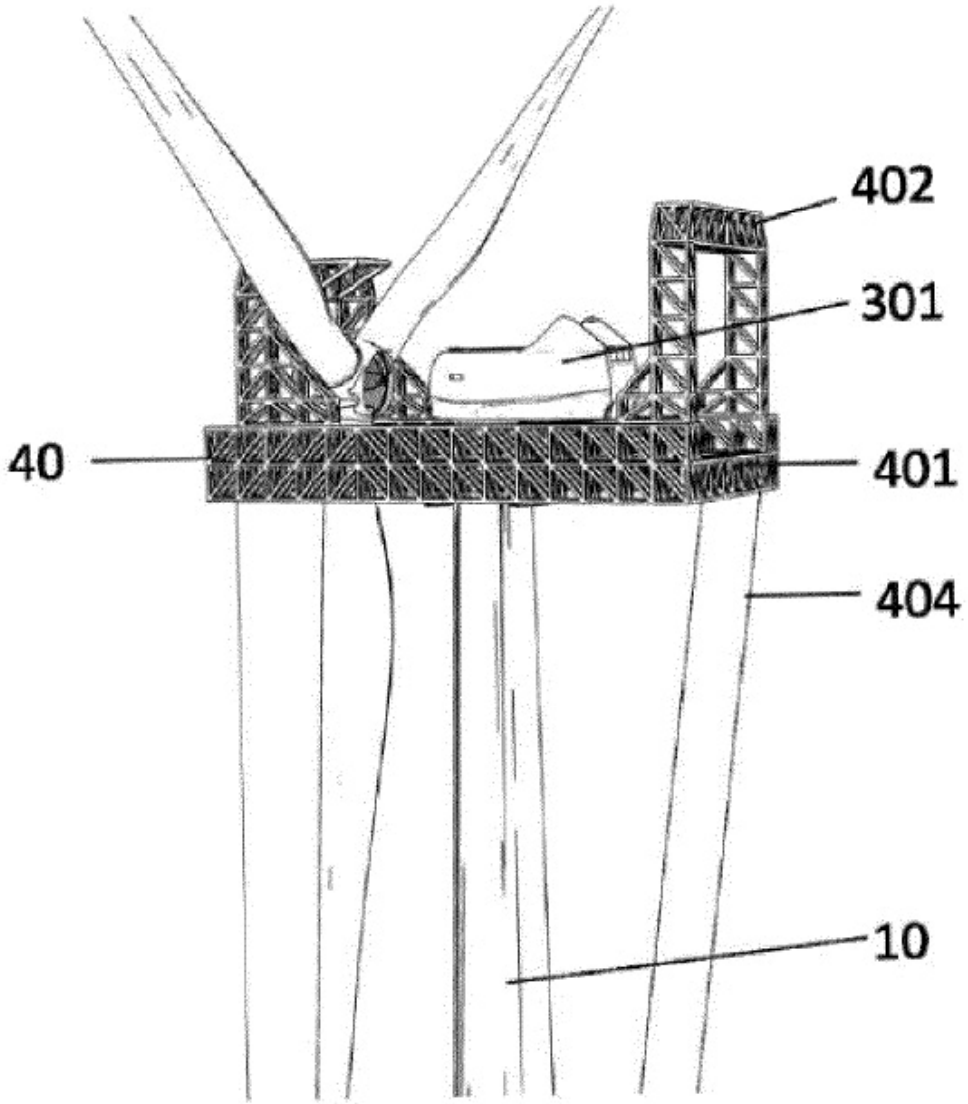

Fig. 17

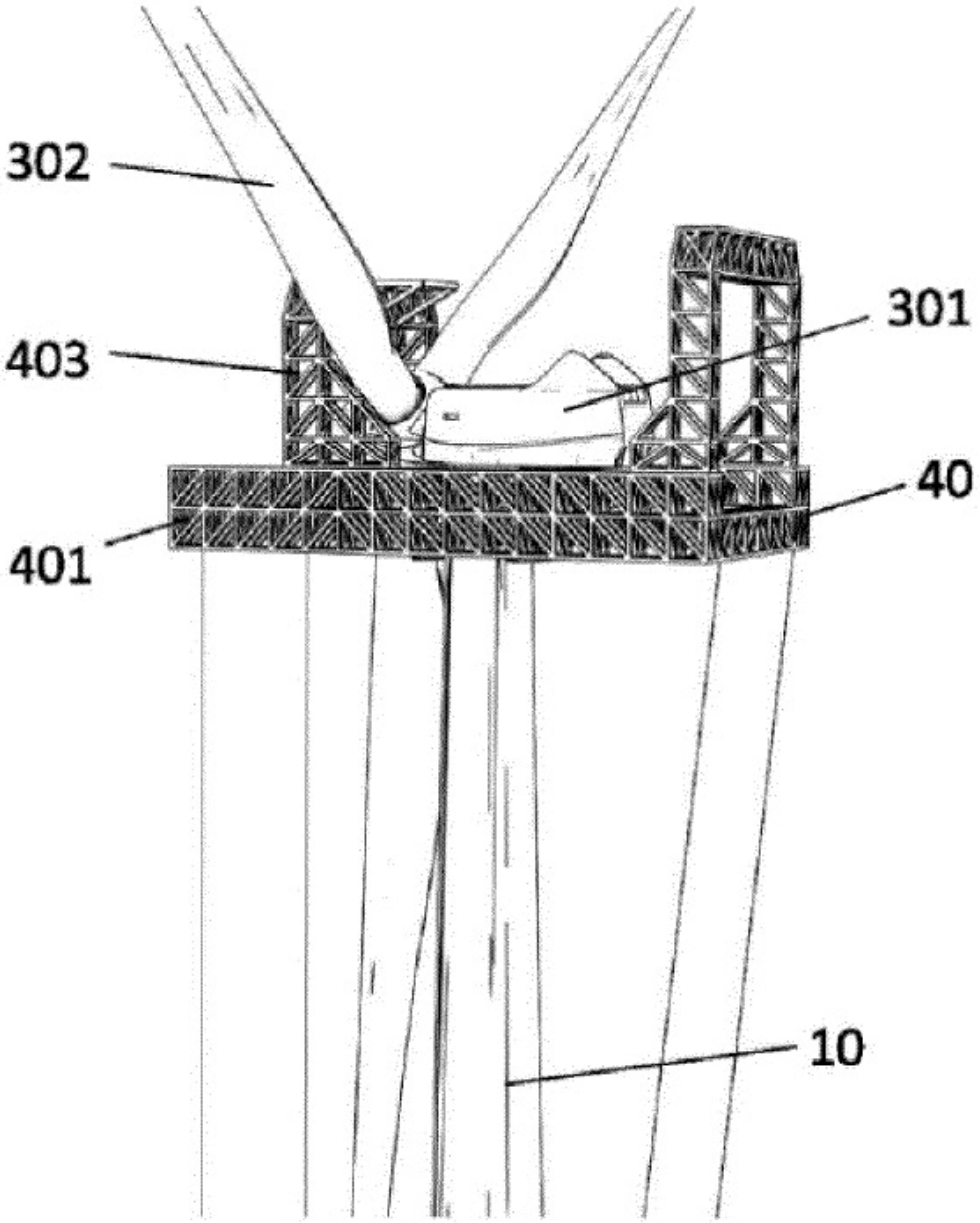

Fig. 18

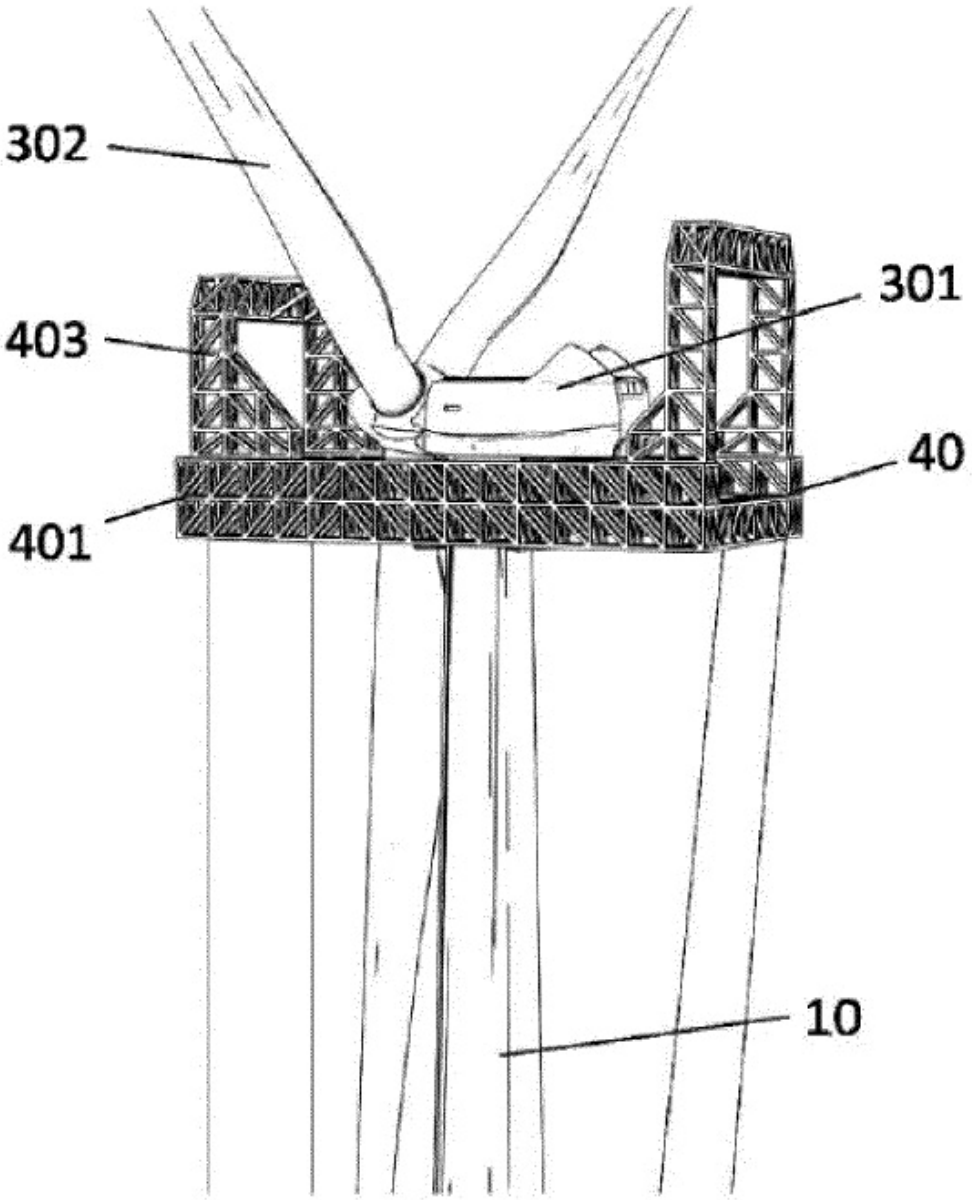

Fig. 19

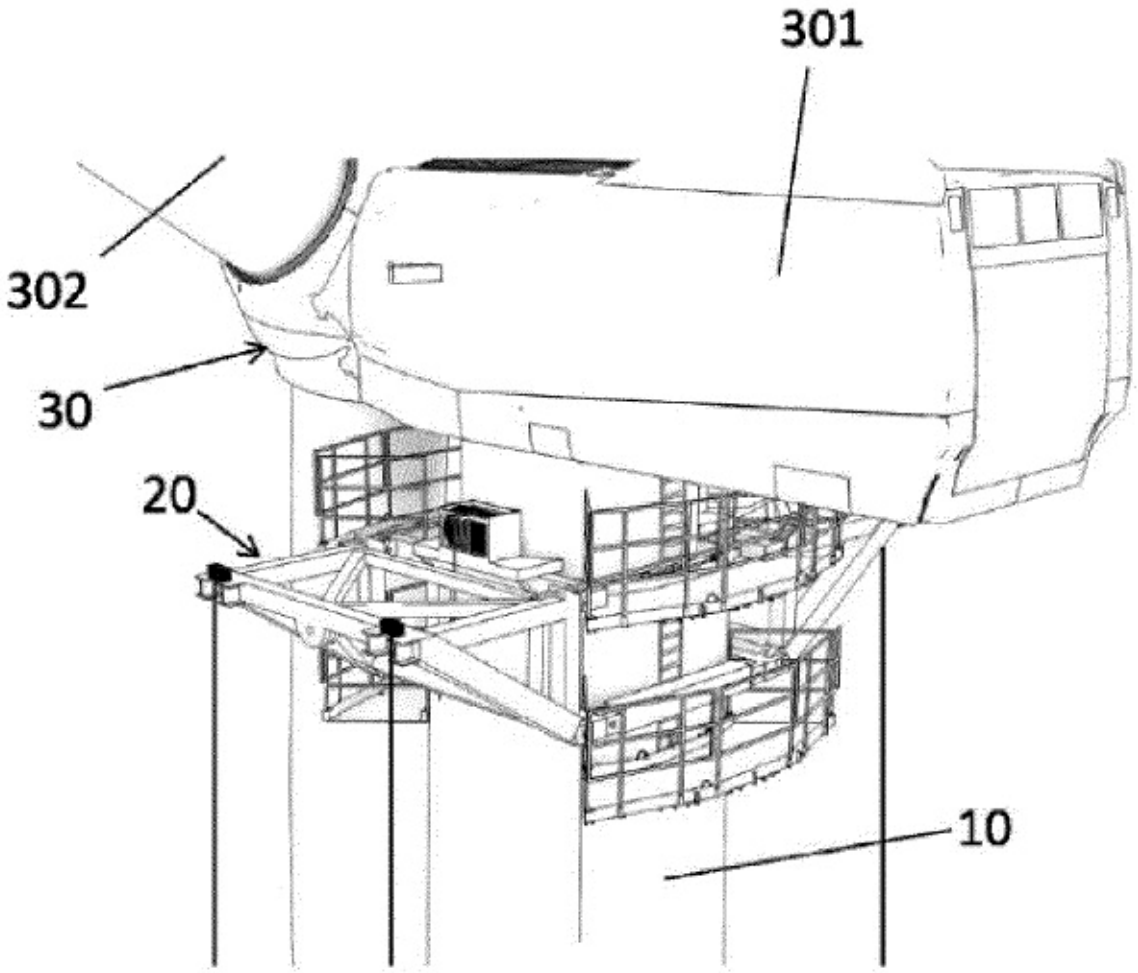

Fig. 20

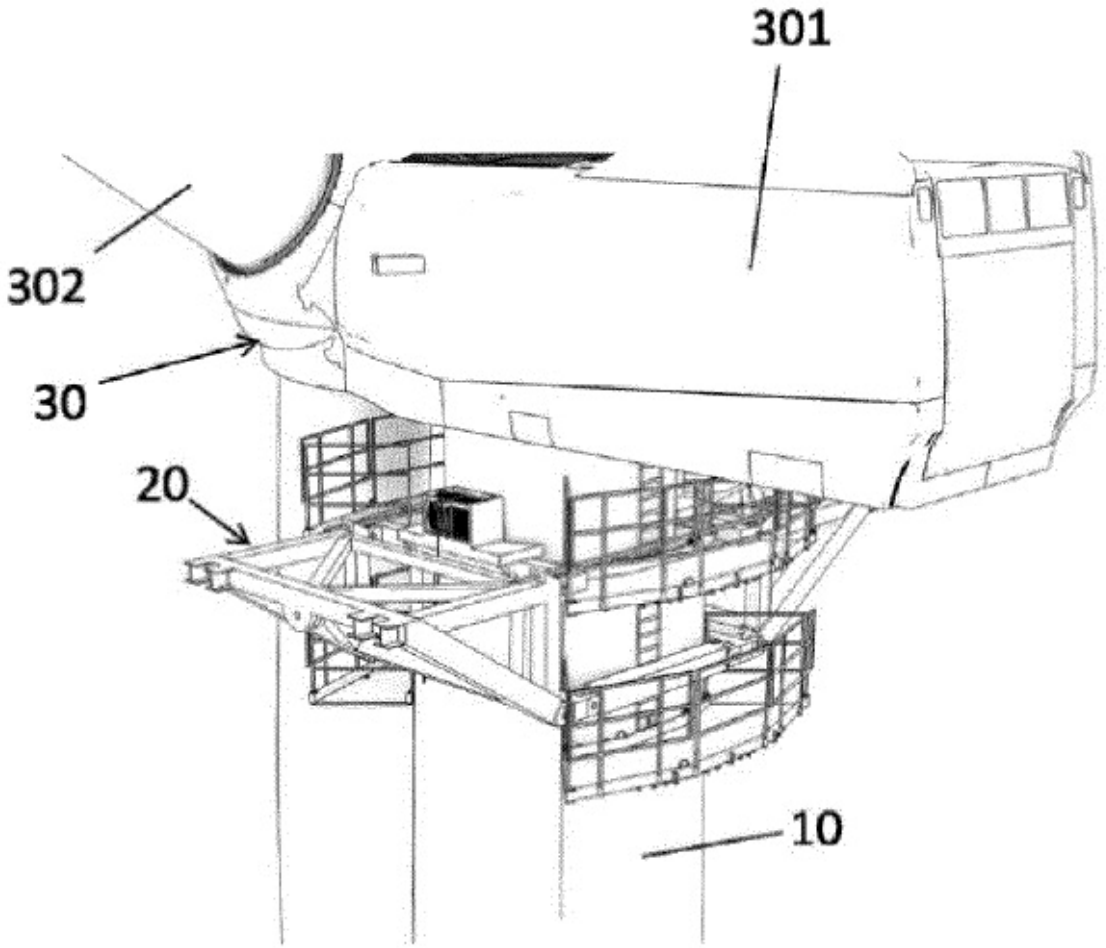

Fig. 21

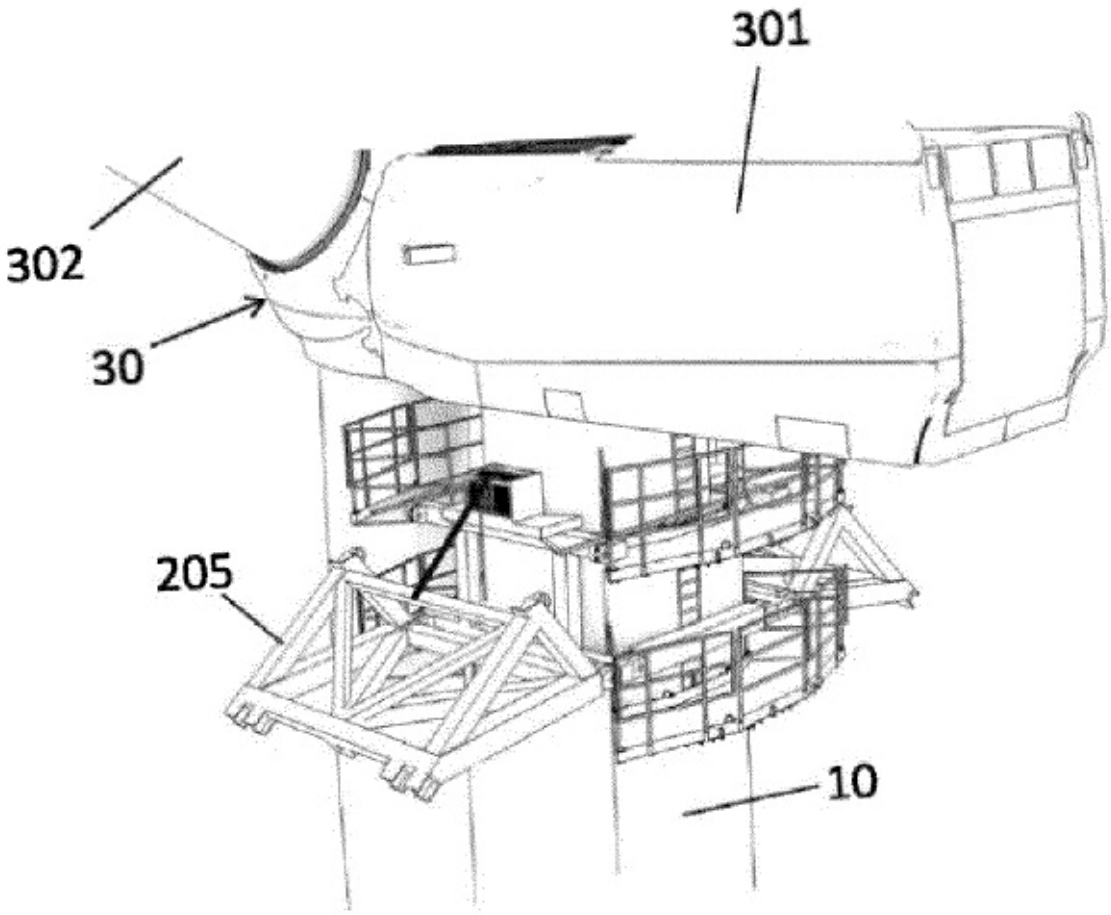

Fig. 22

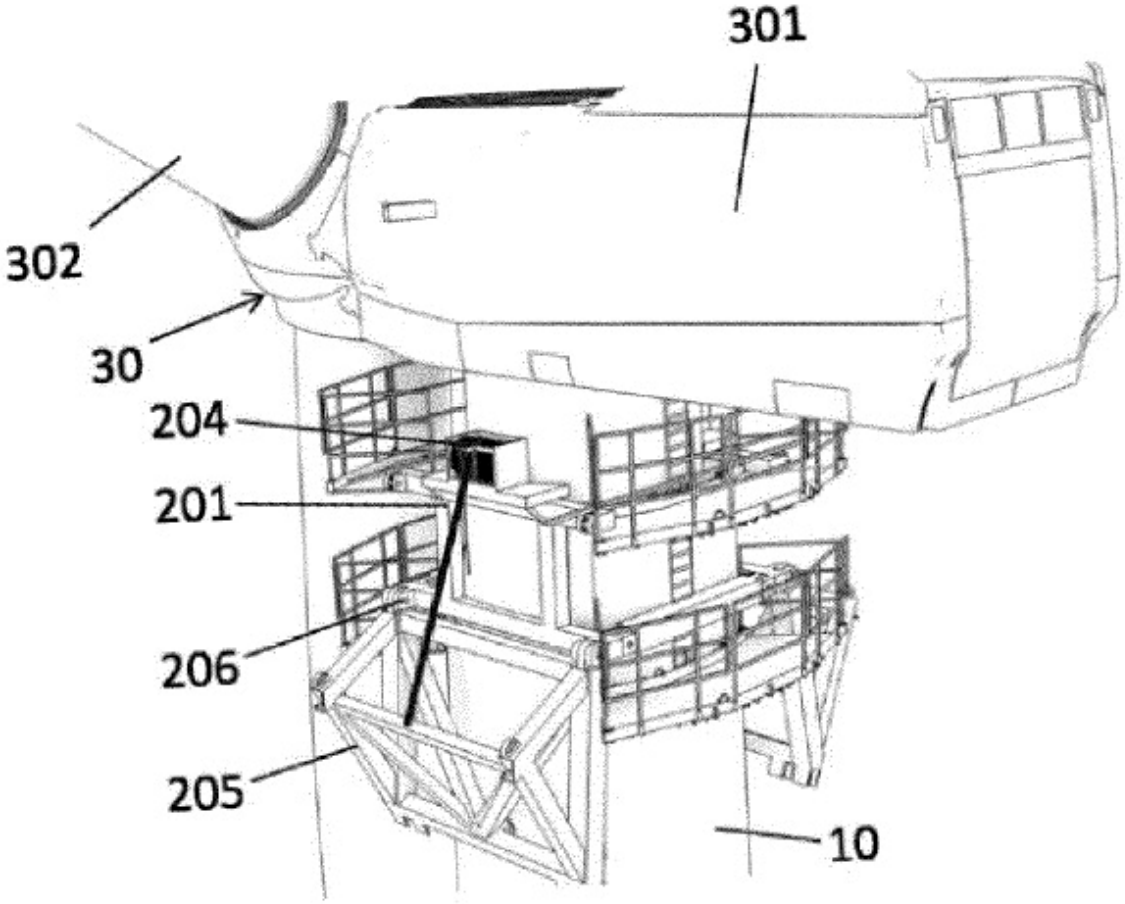

Fig. 23

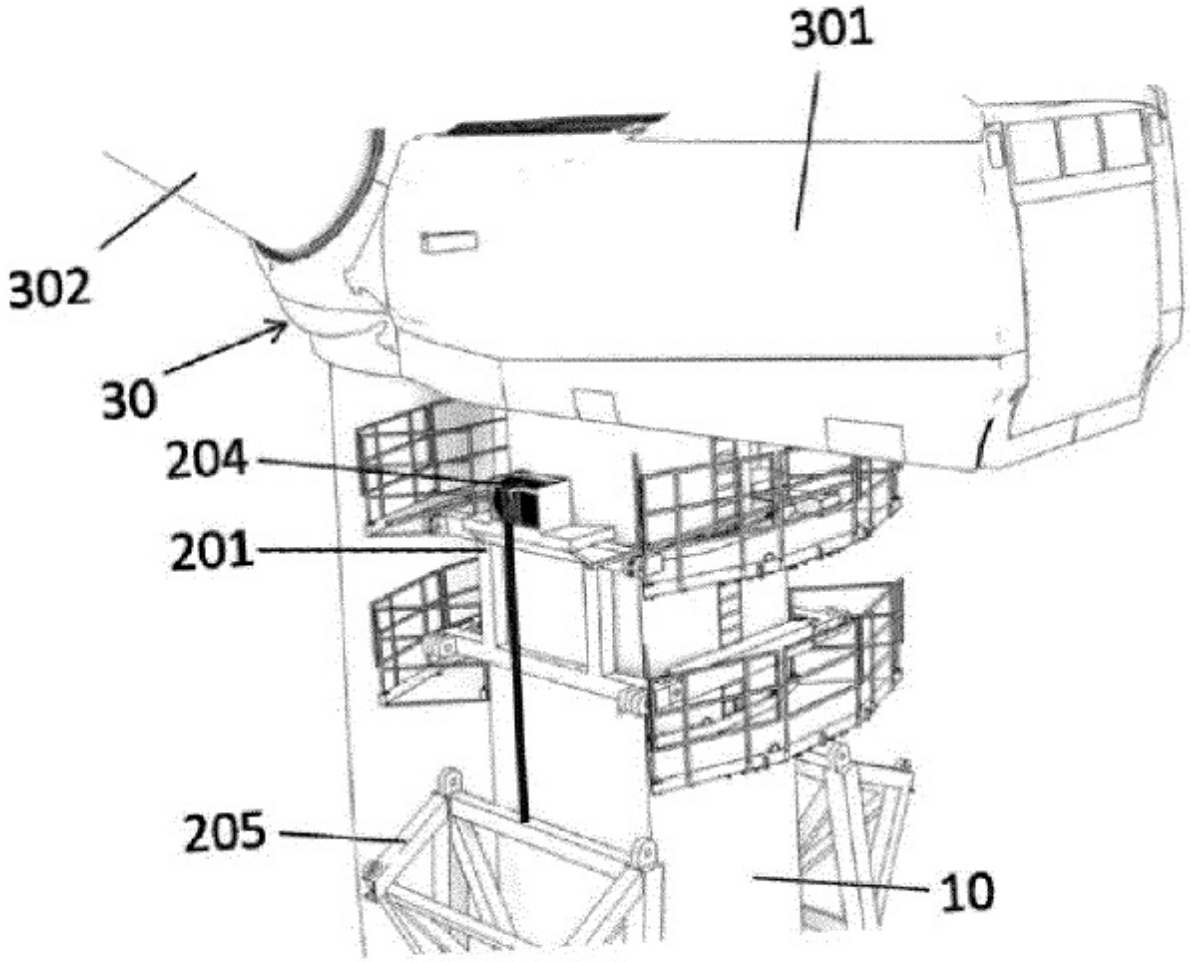

Fig. 24

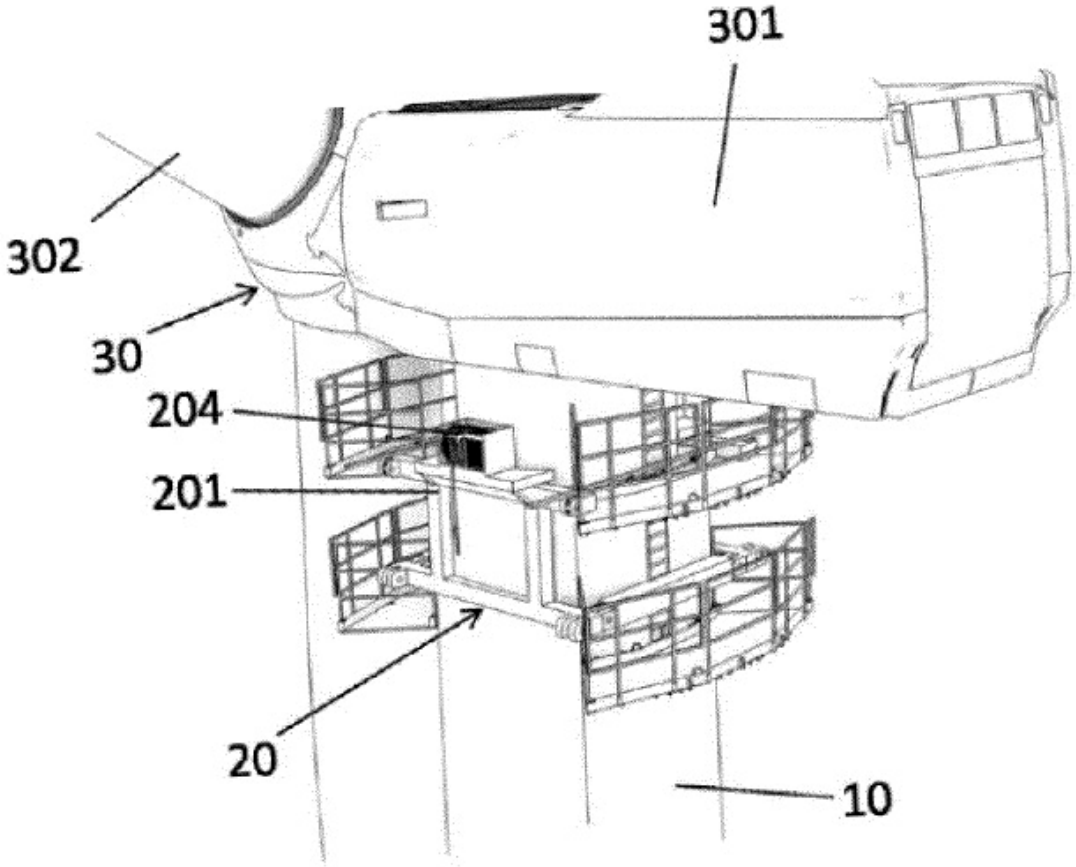

Fig. 25

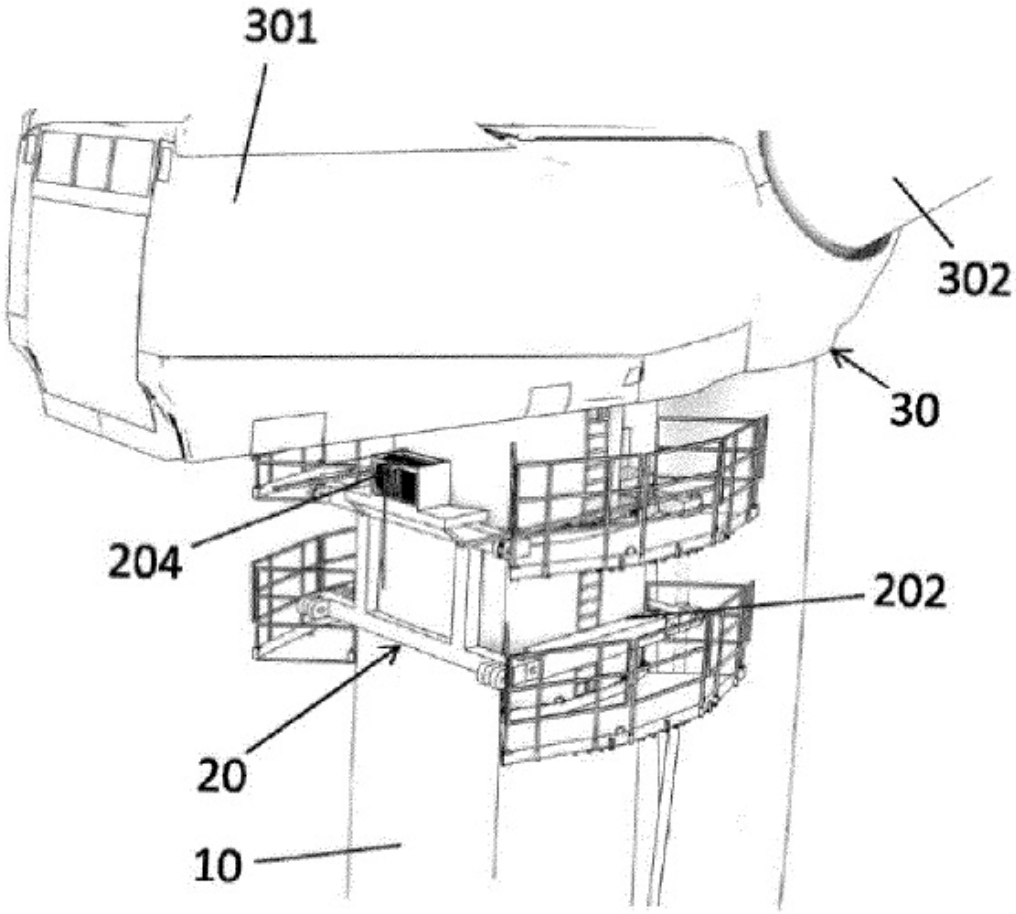

Fig. 26

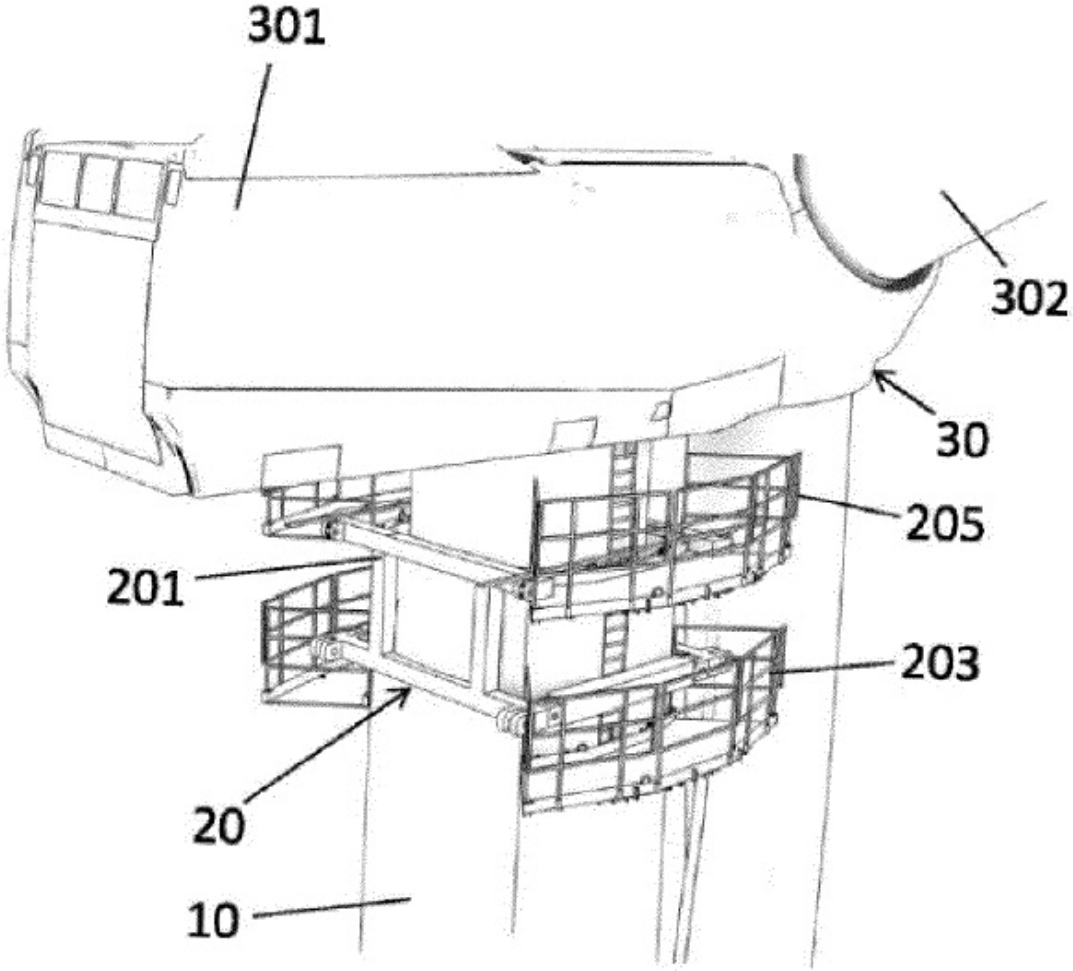

Fig. 27

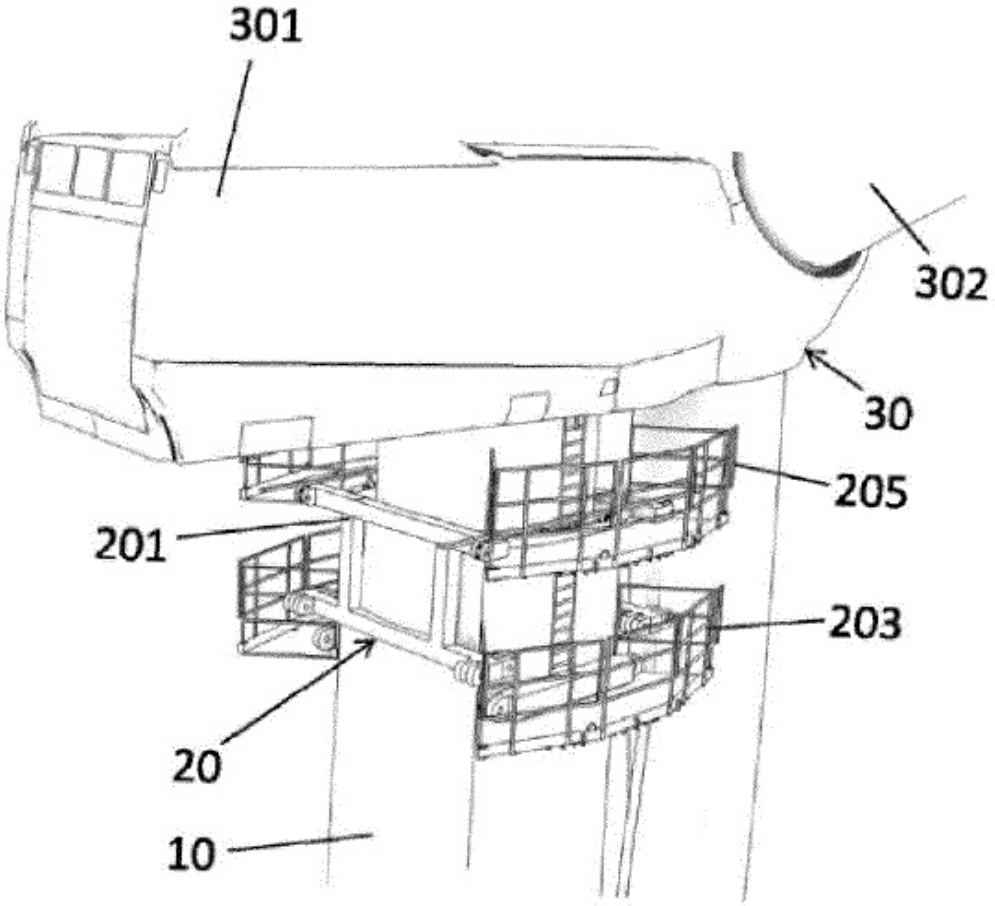

Fig. 28

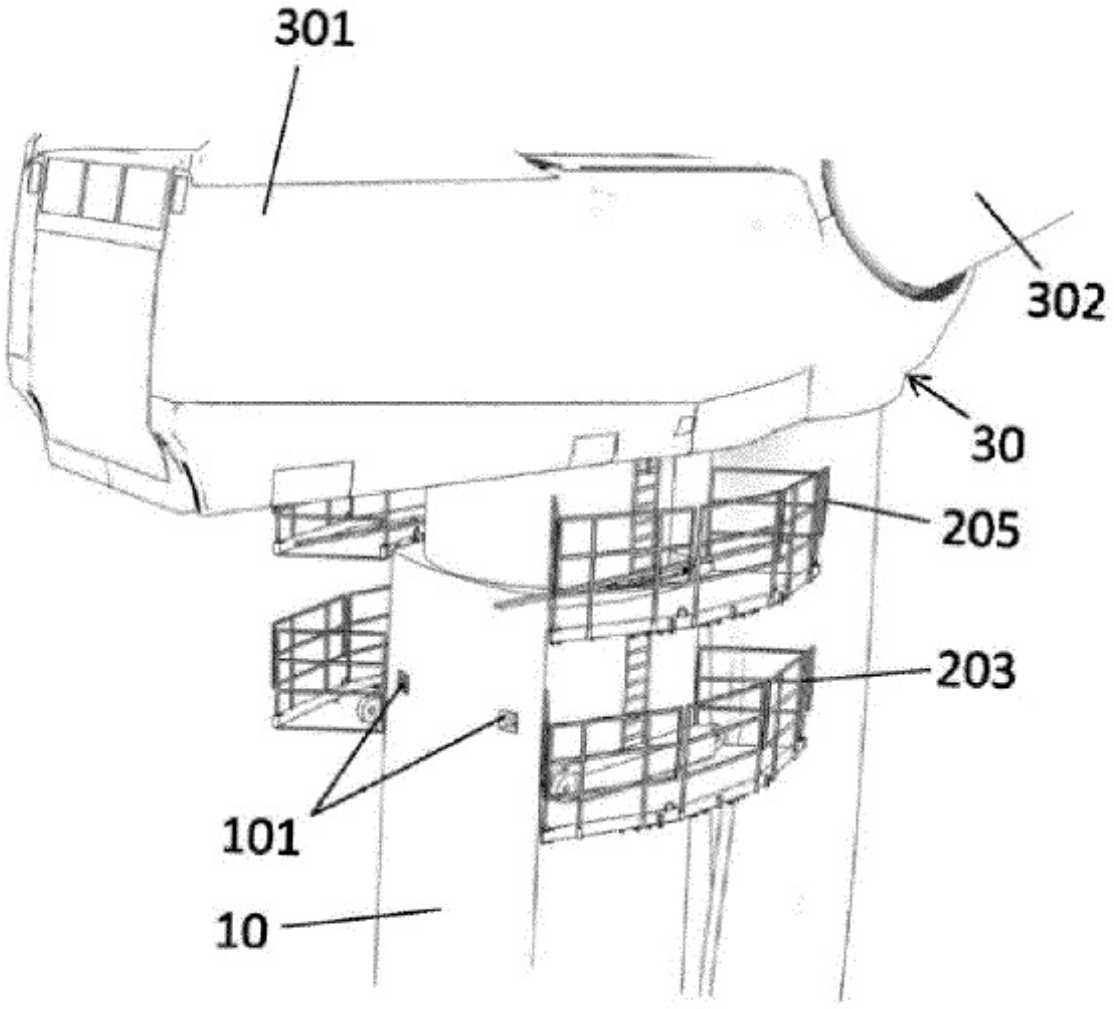

Fig. 29

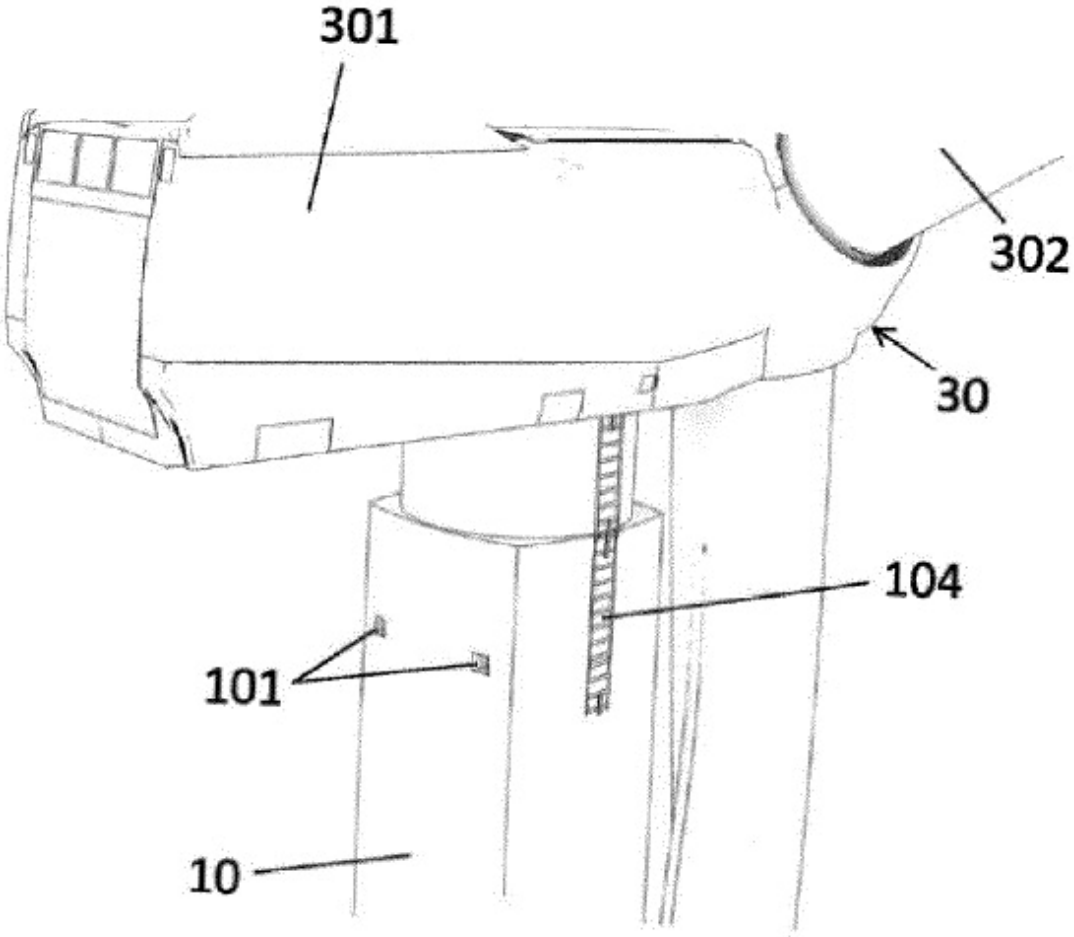

Fig. 30

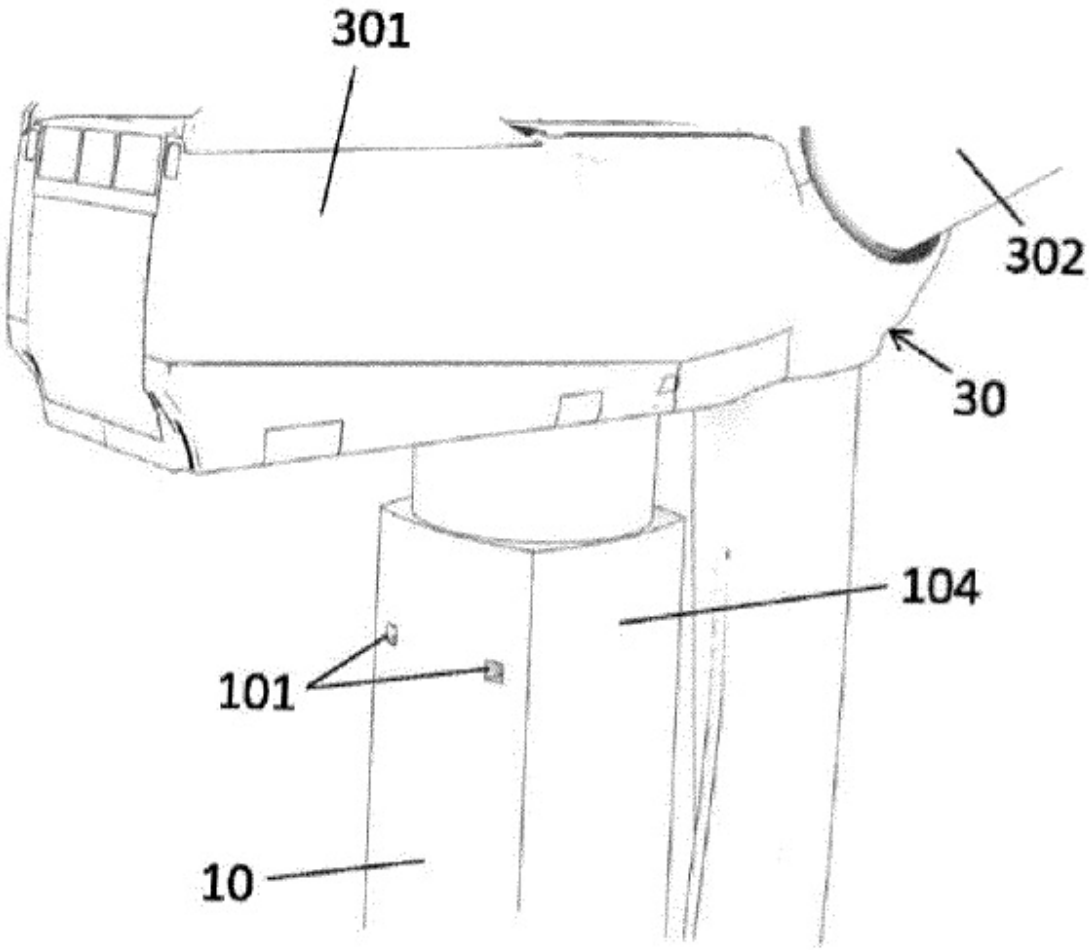

Fig. 31

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

Esta lista de referencias citadas por el solicitante es únicamente para la comodidad del lector. No forma parte del documento de la patente europea. A pesar del cuidado tenido en la recopilación de las referencias, no se pueden excluir errores u omisiones y la EPO niega toda responsabilidad en este sentido.

Documentos de patentes citados en la descripción

- WO 2015003733 A **[0002]**
- JP 2006207502 A **[0005]**
- US 20140212288 A1 **[0006]**